RD82.S321tp F OCT 16 1914

169

CANADA
MINISTÈRE DES MINES
HON. LOUIS CODERRE, MINISTRE; R. W. BROCK, SOUS-MINISTRE.

DIVISION DES MINES
EUGENE HAANEL, PH.D., DIRECTEUR.

PYRITES AU CANADA

GISEMENTS, EXPLOITATION, PRÉPARATION, USAGES

PAR
Alfred W. G. Wilson, Ph.D.,
CHEF DE LA SECTION DES MINES MÉTALLIQUES

D82
S321tp
F

OTTAWA
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT
1914

No. 169

Mines de Capelton, Québec. Vieux puits et haldes

CANADA
MINISTÈRE DES MINES
HON. LOUIS CODERRE, MINISTRE; R. W. BROCK, SOUS-MINISTRE.

DIVISION DES MINES
EUGENE HAANEL, PH.D., DIRECTEUR.

PYRITES AU CANADA

GISEMENTS, EXPLOITATION, PRÉPARATION, USAGES

PAR
Alfred W. G. Wilson, Ph.D.,
CHEF DE LA SECTION DES MINES MÉTALLIQUES

OTTAWA
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT
1914

No. 169

LIBRARY
GEOLOGICAL SURVEY
OF CANADA

LETTRE D'ENVOI.

M. Eugène Haanel, Ph.D.
Directeur de la division des Mines,
Ministère des Mines,
Ottawa.

Monsieur,—J'ai l'honneur de vous présenter un rapport sur les pyrites du Canada: gisements, exploitation, préparation, et usages.

J'ai l'honneur d'être,
Monsieur,
votre obéissant serviteur,

(Signé) **Alfred W. G. Wilson.**

Ottawa,
le 10 mai, 1912.

AVIS.

Ce rapport a été publié primitivement en anglais dans l'année 1912.

MINISTÈRE DES MINES.

Hon. Robert Rogers, Ministre; A. P. Low, LL.D., Sous-Ministre;
Eug. Haanel, Ph.D., Directeur.

23629

TABLE DE MATIÈRES.

	Page
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I.—LE SOUFRE ET SES COMPOSÉS.	6
Soufre	6
Propriétés chimiques et physiques du soufre	6
Gisements de soufre	7
Etrangers	7
Canadiens	8
Soufre du marché canadien	9
Composés du soufre	10
Pyrite	10
Marcassite	12
Pyrrhotine	13
Chalcopyrite	14
Bornite	16
Production artificielle de soufre	17
Procédé thiogène de récupération du soufre à partir du bioxyde de soufre	19
CHAPITRE II.—EXPLOITATION ET MARCHÉ DES PYRITES.	23
Conditions des dépôts de pyrites	23
Prospection pour pyrites	23
Développement d'un prospect	27
Développement d'une mine	29
Conditions du marché	31
Générales	31
Moyenne en soufre	32
Contrats pour minerai	35
Préparations des pyrites pour le marché	36
Marché disponible pour pyrites du Canada	37
CHAPITRE III.—STATISTIQUES DE LA PRODUCTION DE SOUFRE ET DE PYRITES.	
CHAPITRE IV.—GISEMENTS DE PYRITES.	
Gisements de pyrites au Canada	55
Notes générales	55
Pyrites des provinces maritimes	55
Pyrites dans la province de Québec	54
Pyrites dans la province d'Ontario	62
District de Brockville	62
District de Hastings	64
Autres prospects de l'Est Ontario	73
Gisements du Nord d'Ontario	75
Gisements de l'Ouest d'Ontario	75
Pyrites au nord du basin de la baie Hudson	85

Page
Pyrites en-dessous de l'hématite 88
Relations géologiques 89
Pyrites en Colombie britannique 85
Pyrrhotine dans l'Ontario 91
Notes sur quelques gisements de pyrites à l'étranger 91
Les dépots de pyrites d'Huelva, Espagne 92
Les pyrites en Norvège 96
Les pyrites au Japon 96

CHAPITRE V.—LE GRILLAGE DES PYRITES. 99

Types de fours de grillage pour pyrites 100
Bruleurs pour gros 100
Bruleurs pour fins 103
Four Malétra pour grillage 104
Fours du type MacDougall 106
Four MacDougall 107
Four Kauffmann 107
Four Hercules 109
Four Herreshoff 110
Four mécanique Wedge 114
Four Heinze-friedland 118
Four Evans-klepetko 121
Four Merton 124
Four O'Brien 125
Four Sjoestedt 127
Four cylindrique Jones 130
Emplois de l'anhydride sulfureux 136
Utilisations des cendres 137

CHAPITRE VI. FABRICATION DE L'ACIDE SULFURIQUE. 138

Le procédé de fabrication de l'acide sulfurique en chambre 139
Généralités 139
Acides des chambres 140
Tour Glover 141
Tour Gay-Lussac 142
Procédé par contact pour la fabrication de l'acide sulfurique 142
Généralités 142
Procédé de la Badische Anilin und Soda Fabrik 145
Procédé Schroeder Grillo 150
Procédé Mannheim 152
Emplois de l'acide sulfurique 148

CHAPITRE VII. LES PYRITES ET LA FABRICATION DU PAPIER 154

Généralités 154
Fabrication de la pâte de bois 155
Généralités 155
Procédé au sulfite 156
Préparation du gaz anhydride sulfureux 156
Préparation de la liqueur au sulfite 157
Système des tours 157
Système des réservoirs 158
Opérations ultérieures 159

Page
Les pyrites comme substitut du soufre dans l'industrie de la pulpe au sulfite 156
Coût de la production de SO_2 pour un moulin de 100 tonnes de pulpe 166
Appareils pour un moulin de pulpe au sulfite 170
Généralités 170
West Virginia Pulp and Paper Company 173
Hinckley Fibre Company 175
Lake Superior Paper Company 178

APPENDICES.

APPENDICE I. Sociétés intéressées dans les pyrites du Canada 179
II. Types de fours employés pour brûler les pyrites 182
III. Pyrrhotine comme source de soufre 190
IV. Le procédé par contact pour la fabrication de l'acide sulfurique. (Extrait du "Twelfth Census of the United States") 193

LISTE DES TABLEAUX.

		Page
1.	Teneur en soufre des minerais	35
2.	Exportation de pyrites du Canada aux Etats Unis en 1881-1885	42
3.	Production annuelle en pyrites 1886-1911	43
4.	Exportation de pyrites en 1880-1911	43
5.	Importation de soufre en canon et de soufre brut, 1894-1911	44
6.	Consommation approximative de pyrites du pays au Canada, 1894-1911	45
7.	Soufre récupérable dans les pyrites du Canada, (Récupération moyenne de 41%)	45
8.	Acide sulfurique importé pour la consommation au pays, 1885-1912	46
9.	Production des pyrites aux Etats Unis, 1882-1911	47
10.	Production de soufre aux Etats Unis, 1880-1911	47
11.	Soufre importé et entré aux Etats Unis durant 1906-1911 en grosses tonnes	48
12.	Statistiques, par contrées et districts douaniers, montrant la quantité de soufre brut et en canon importée chaque année durant 1908-1911	49
13.	Consommation de soufre aux Etats Unis	50
14.	Importations de pyrites d'Espagne aux Etats Unis, 1905-1910	51
15.	Production mondiale, 1896-1910	52
16.	Production mondiale de soufre, 1895-1910	53
17.	Fours Herreshoff, dimensions et capacité	110
18.	Fours Wedges, dimension et capacité	116
19.	Coût de la pâte au sulphite dans une moulin Canadien	169
20.	Coût moyen de la pulpe dans un moulin des Etats Unis	169
21.	Changement dans l'estimation du prix du soufre par tonne de pulpe au sulfite, pour chaque augmentation de 1 dollar dans le prix du soufre	170
22.	Sociétés du Canada exploitant et vendant des pyrites en 1912	179
23.	Sociétés du Canada fabriquant de l'acide sulfurique	179
24.	Sociétés des Etats Unis limitrophes du Canada qui emploient des brûleurs pour soufre	180
25.	Composition du minerai employé au Sault Ste-Marie	192
26.	Résultats de grillage obtenus au Sault Ste-Marie	192

ILLUSTRATIONS,

Photographies.

		Page
PLANCHE I.	Mines de Capelton. Vieux puits et haldes	*Frontispice*
II.	Mine d'Eustis. Vue de la haldes et de la voie ferrée vers la mine	58
III.	Moulin d'Eustis, quai de chargement et de minerai fin	58
IV.	Mine d'Eustis. Coté est d'un chantier d'abatage acide	58
V.	Mine d'Eustis. Minerai à exploiter, chantier d'abatage principal près du niveau 21	58
VI.	Mine de Capel. Chevalement du puits, haldes et tailings	60
VII.	Vues de Sulphide, Ontario	68
	A. Chevalements principaux de la mine de Sulphide, Nichols Chemical Company	
	B. Chevalement principal et bâtisse du puits. Puits No. 2. Mine de Sulphide	
	C. Vue générale des usines à acide de Sulphide	
VIII.	Four à griller à assisses de Malétra, vue longitudinale (Lunge)	106
IX.	Four à griller Malétra, vue transversale (Lunge)	106
X.	Dessin Niedenfuhr, four à griller Malétra, montrant la section transversale de 2 fours et le devant d'un troisième	106
XI.	Dessin Niedenfuhr, four à griller Malétra section longitudinale montrant deux fours dos à dos	106
XII.	Four à griller Kauffman, vue extérieure	108
XIII.	Four à griller Kauffmann, section transversale	108
XIV.	Four à griller Kauffmann, montrant l'attache d'un bras après l'arbre	108
XV.	Four à griller Nerkules, section transversale	110
XVI.	Four à griller mécanique Herreshoff	112
XVII.	Four à griller mécanique Wedge	112
XVIII.	Four à griller mécanique Wedge. 3 foyers chauffés par moufle, avec chauffage préalable d'air	112
XIX.	Four à griller mécanique Wedge. Sommet employé comme sécheur	112
XX.	Four à griller mécanique Wedge	112
	1. Bras de rateaux	
	2. Bras avec porte-lame de rateau et lames	
	3. Bras monté partiellement avec porte-lame et casseur de blocs	
XXI.	Four à griller mécanique Wedge	112
	1. Bout intérieur d'un bras avec tiges en acier et clefs en position	
	2. Porte-lames et rateaux	
	A. Porte-couteau du sécheur et rateau	
	B. Rateau porte-lames	
	C. Lame de couteau	
	D. Porte-lame de couteau	
	E. Lame de rateau	
	F. Lame de rateau	
XXII.	Four à griller O'Brien	126
XXIII.	Four à griller O'Brien. Rateaux, bras de rateau, et mode d'attachement	126
XXIV.	Four rotatif Jones, usines de la Hinckley Fiber Co. à Hinckley, New York	130
XXV.	Four rotatif pour brûler le soufre, de Tromblee et Paull	186
XXVI.	Four Stebbins rotatif pour brûler le soufre	188
XXVII.	Four Wise rotatif pour brûler le soufre	188

Dessins.

		Page
Fig. 1.	Formes de cristaux des pyrites	10
2.	Formes de cristaux de la marcassite	12
3.	Dessin d'un appareil Young de réduction de soufre à Campo Seco, Cal.	20
4.	Diagramme du moulin à la mine Cole	37
5.	Diagramme, Sulphur Mines & Railroad Co., Sulphur Mines, Virginie	38
6.	Diagramme du moulin de la Eustis mine	39
7.	Diagramme du moulin de la St. Lawrence Pyrites Co.	40
8.	Coupe montrant la mode d'attache des bras des rateaux employés dans le four à griller Kauffmann	108
9.	Rateau mobile pour petit four Herreshoff	111
10.	Four à griller Heinze-Freeland. Coupe verticale	117
11.	Four à griller Heinze-Freeland. Coupe verticale montrant la circulation de l'air	118
12.	Four à griller Heinze-Freeland. Diagramme de la coupe horizontale	119
13.	Four à griller Heinze-Freeland. Montrant l'entrée de l'air à les foyers	120
14.	Four à griller Merton. Coupe transversale verticale	125
15.	Four à griller Merton. Coupe verticale longitudinale	126
16.	Sjoestedt, four à griller. Coupe verticale	128
17.	Sjoestedt, four à griller. Coupe horizontale	129
18.	Four rotatif de Jones pour grillage de pyrites. Coupe longitudinale et élévation	131
19.	Coupes transversales d'un four Jones montrant le revêtement et les cloisons	132
20.	Cheminée montrant la trémie de chargement du minerai	133
21.	Trappe à poussière du four Jones. Section longitudinale, suivant la ligne b-b fig. 22	134
22.	Trappe à poussière du four Jones. Section transversale, suivant la ligne a-a, fig. 21	135
23.	Plan de l'usine à griller les pyrites de la West Virginia Pulp & Paper Co	174
24.	Usine à griller les pyrites, Hinkley Fibre Co., Hinkley, New York	176
25.	Coupe transversale du plan de l'usine à griller les pyrites de la Hinkley Fibre Co., Hinkley, N. Y.	177
26.	Plan d'un brûleur à panne pour soufre de Kellner (Hoffmann)	183
27.	Coupe transversale d'un brûleur à marmite pour soufre de Kellner	184
28.	Coupe longitudinale du brûleur Stebbins	187
29.	Coupe transversale du brûleur Stebbins	188

Carte.

No. 168. Carte générale montrant les mines de pyrites et prospects dans l'Est du Canada et leurs relation avec le marché des Etats Unis.

Liste des abréviations.

C. G. C.—Rapport de la Commission Géologique du Canada.
O. B. M.—Rapport du Bureau de Mines d'Ottawa.
Eng. and Min Jour.—Engineering and Mining Journal de New York.
Trans. A. I. M. E.—Transactions de l'American Institute of Mining Engineers, New York.
Can. Min. Jour.—Canadian Mining Journal.
C. P. R.—Canadian Pacific Railway.
G. T. P.—Grand Trunk Pacific Railway.

PYRITES AU CANADA:

GISEMENTS, EXPLOITATION, PRÉPARATION ET USAGES.

PAR

Alfred W. G. Wilson, Ph.D.

INTRODUCTION.

Le soufre est un élément chimique qui joue un des rôles les plus importants dans nos arts et nos industries manufacturières. Il entre d'une manière directe ou indirecte, comme élément simple, ou associé à d'autres éléments, dans la fabrication de la plupart des produits chimiques, des teintures synthétiques, de la kérosène, des explosifs, du sucre, de l'amidon, des aliments servant à déjeuner, des produits textiles et des fabrications de toutes sortes comme le papier, les articles en caoutchouc et un grand nombre d'autres produits qui sont pour la plupart d'un usage journalier. Il a aussi sa place en médecine, on s'en sert en agriculture comme fungicide et dans la fabrication des engrais.

Parmi les composés que le soufre forme avec les autres éléments, le plus important est celui avec l'oxygène, l'anhydride sulfureux SO_2. Ce dernier sert à la fabrication de l'acide sulfurique qui est a lui seul un des produits chimiques les plus importants jamais sortis des mains de l'homme civilisé. La solution aqueuse du gaz sert à faire la liqueur dont on se sert dans le procédé de la fabrication de la pulpe au sulfite pour faire du papier. C'est sans contredit dansla fabrication de ces 2 substances que l'on emploie la plus grande partie de la production mondiale annuelle du soufre. Car celles-ci et leurs produits sont utilisés subséquemment dans d'autres procédés de fabrication.

On produit le gaz anhydride sulfureux de deux manières: soit en brulant du soufre à l'air libre, ou en grillant des pyrites, composées de fer et de soufre, à l'air libre. A peu près la moitié du soufre consommé annuellement est obtenu par le grillage des pyrites.

Au Canada on ne connait pas de gisements de soufre natif commercialement exploitable; on a trouvé des pyrites en plusieurs localités, mais elles ne sont exploitées qu'en quelques endroits. L'expansion rapide qu'ont prise de nos jours nos industries manufacturières, et l'érection de plusieurs grands moulins à pulpe au sulfite ont fait faire plusieurs enquêtes sur notre approvisionnement de ce minerai. De plus quelques-unes des industries de la république voisine, surtout celles qui sont installées dans la région des Grads Lacs ont besoin d'un approvisionnement additionnel en mine-

rai. Par conséquent il y a un marché immense et immédiat d'ouvert pour les pyrites canadiennes de bonne qualité qui pourront s'assurer une exploitation assez régulière.

Le but du présent bulletin est de répondre aux nombreuses demandes faites au sujet des ressources du Canada en pyrites. L'auteur a eu un double point de vue, donner des informations pratiques qui pourraient être d'utilité immédiate au producteur ou au consommateur, et de donner les grandes lignes des méthodes employées pour utiliser le soufre contenu dans ces minerais, méthodes qui pourront être de quelque intérêt et peut-être de quelque utilité à ceux qui ne possédant pas de connaissances techniques suffisantes, désireraient s'intéresser à cette industrie. Ce livre présente, pour le propriétaire de mines et pour le producteur prévoyant, les exigences du marché actuel dans ses grandes lignes et renseigne aussi convenablement l'acheteur et le manufacturier sur nos gisements connus de pyrites. Il n'a pas la prétention d'être un traité complet sur la géologie et sur l'exploitation minière des pyrites ou sur les méthodes de récupération du soufre que l'on rencontre dans les minerais de cette catégorie. Les personnes qui ont des connaissances techniques approfondies et celles qui pourront être intéressées dans le sujet pourront généralement obtenir de meilleures indications dans les nombreux traités où l'on a discuté à fond la question.

Les descriptions des mines de pyrites du Canada ont été obtenues soit par correspondance directe avec les propriétaires de ces mines ou par compilation faite au moyen des meilleurs rapports publiés sur ce sujet. Il a été impossible à l'auteur, à cause de ses autres occupations, de faire une visite personnelle, sauf quelques exceptions, à chacune des mines en question. Il s'est efforcé de rassembler dans les limites d'un seul volume, toutes les données qui pouvaient être obtenues au sujet des mines de pyrites dans les différentes provinces de la Puissance du Canada. Tous les renseignements qu'il a pu obtenir jusqu'ici, sont pour la plupart disséminés dans de nombreux rapports publics ou privés dont plusieurs sont d'un accès difficile.

L'auteur s'est donc efforcé de collectionner et de rassembler ces renseignements et il n'a publié dans ce volume que ce qui lui a paru être d'une valeur durable.

Ce bulletin s'efforce de fournir aux propriétaires de gisements et à tous ceux qui sont intéressés dans les mines des informations aussi exactes que possibles ayant trait aux conditions du marché actuel. Une enquête directe et soignée faite chez pratiquement tous les consommateurs de pyrites en dedans de cent milles de la frontière internationale, a prouvé que si le Canada pouvait produire du minerai pyriteux convenable, il y a un grand marché immédiat qui a besoin de plus de 4 fois sa production annuelle actuelle. L'existence de ce marché justifie l'exploitation sur une grande échelle de certaines propriétés, qui sont susceptibles de contenir des massifs de minerai de grande valeur. Les propriétaires de telles propriétés peuvent être surs qu'il y a un marché pour leur produit à condition qu'*ils développent*

leurs propriétés de façon à maintenir une expédition et une qualité de minerai uniformes. De plus comme ce grand marché est à l'étranger, l'auteur tient à appuyer sur le fait que l'accroissement de l'exportation des pyrites n'est qu'un pas vers le développement au Canada des industries qui consomment les pyrites. L'exportation du matériel brut est toujours à déplorer. Quand le maché à domicile est trop faible, qu'il retarde le développement des ressouces naturelles et qu'il rend l'établissement des industries manufacturirres impraticables, l'exportation du matériel brut a sa raison d'être comme rexpédient temporaire devant conduire à un meilleur développement de nos èpropres resources. En ce moment le marché canadien de l'acide sulfurique est relativement faible. En se référant aux rapports annuels du Département des Douanes on voit qu'il n'y a qu'une faible quantité d'acide sulfurique importée chaque année. De là on peut conclure que pratiquement tout l'acide sulfurique consommé au Canada est fabriqué au pays. D'un autre coté on voit que le Canada importe des pays étrangers un grand nombre de produits chimiques pour la fabrication desquels l'acide sulfurique est nécessaire. Quelques-uns de ces produits pourraient être fabriqués au Canada, et ils le seront certainement, si le marché augmente. Le développement de l'agriculture scientifique et l'usage sans cesse croissant des engrais chimiques artificiels ont tendu à élargir le marché pour plusieurs produits dont la fabrication a besoin de l'acide sulfurique pour les produire.

L'extension du marché pour les produits de l'acide sulfurique jointe à l'augmentation de la production de l'acide encourageront l'exploitation des pyrites dans ce pays. En ce moment le prix très élévé de l'acide sur le marché tend à entraver le développement des industries qui en font usage.

Avec l'élargissement possible du marché canadien pour les pyrites on a ouvert largement le champ de discussion sur les possibilités que présente l'usage des pyrites comme source de soufre dans la fabrication de la pulpe au sulfite. A l'heure actuelle il est regrettable qu'une telle quantiré de notre production annuelle de bois de pulpe soit exportée à l'état brut. Le même état de chose existe pour notre minerai pyriteux en plus de celui qui sert à la consommation dans le pays. Les salaires, les profits du manufacturiers et autres augmentations en valeur qui proviennent de la transformation de matériel brut en produits manufacturés sont perdus pour notre pays. De plus la population industrielle qui vit de telles industries est, par nécessité, cantonnée dans les centres manufacturiers. Si cette population était établie aux centres de production on verrait augmenter le marché de la nourriture et des produits textiles dans ces endroits.

L'industrie manufacturière de la pulpe a pris une grande extension durant ces dernières années au Canada. Aux endroits où on fabrique de la pulpe au sulfite on se sert exclusivement de soufre importé. D'un autre coté, en Europe, presque sans exception on trouve avantageux de se servir de la pyrite dans les moulins comme source de soufre. On a établi plusieurs

installations expérimentales relatives à cette industrie en Amérique; mais le procédé n'est pas encore bien établi. Il y a une chose certaine, c'est que les pyrites peuvent être employées à cet usage et que le procédé est plus économique que lorsqu'on se sert de soufre (au prix actuel du marché). Le développement de l'industrie de la pulpe au sulfite au Canada, dans laquelle on emploierait les pyrites, dépend d'un coté de l'habileté technique de nos fabricants de pulpe au sulfite et d'an autre coté de nos mineurs en pyrites. Si on pouvait s'assurer d'une qualité régulière de minerai pour un certain nombre d'années, quelques-uns de nos moulins à pulpe qui sont favorablement situés par rapport aux mines, auraient une garantie, en installant des usines à grillage convenables. Dans les conditions actuelles, quand il n'y a aucune garantie qu'ils peuvent se procurer une quantité de bon minerai à prix raisonnable les propriétaires de moulins à sulfite hésitent naturellement à engager un gros capital dans une installation d'une usine à grillage.

Il faut remarquer que les moulins situés dans la vallée du St. Laurent sont particulièrement favorisés pour ce qui a trait à une garantie d'un bon minerai. Il y a 2 mines de pyrites dans la province de Quebec qui produisent du bon minerai et qui jouissent de bonnes facilités de transport. On a de bonnes raisons de croire que ces industries ont de grandes réserves de minerai; et en plus il y a d'excellentes indications de minerai dans le voisinage des mines en exploitation. Tout manufacturier qui peut obtenir du minerai de ces mines à un taux raisonnable, ne devrait pas hésiter à faire une installation à grillage. Un tel manufacturier placé dans ces conditions est toujours en lieu de se procurer du minerai étranger, spécialement du minerai espagnol au prix courant pris aux ports de mer, et la production de ces minerais est très grande. Il a donc l'assurance, si pour une raison ou pour une autre, le minerai vient à manquer, qu'il n'aura pas à laisser sans travail une installation si dispendieuse. D'un autre coté si les propriétaires de mines et les autres intéressés dans le développement du district avaient la certitude d'un bon marché stable et peu éloigné pour leur minerai, pour leur protection et à leur avantage ils se mettraient en position d'accepter des contrats de longue durée et de maintenir une production constante et régulière de minerai. La compétition possible des minerais étrangers aura un effet de régularité sur les prix par contrats pour le soufre dans le minerai natif.

Les usines à sulfite de la région des Grands Lacs ne sont pas dans des conditions aussi favorables que ceux du St. Laurent. Il y aura probablement à l'avenir une grande production de minerai dans cette région, parce qu'on y connait de grands gisements. Le minerai n'est pas aussi riche en moyenne, que celui de Québec, mais il est généralement plus net après grillage. La compétition des acheteurs des Etats Unis, qui même maintenant ne peuvent pas avoir tout le minerai dont ils ont besoin, aura pour effet d'en augmenter le prix. Même ici le marché est influencé par le prix des pyrites espagnoles, et les prix en général ne subiront pas de fluctuation sérieuse et le profit réalisé par contre sur le soufre sera très grand

Dans le cas où les propriétaires de moulins de pulpe à sulfite auront la précaution d'extraire eux-mêmes leur minerai comme ils coupent eux-mêmes leur bois de pulpe, le prix du soufre sera indépendant du marché et représentera seulement le prix d'extraction, de l'échantillonage et de la livraison du minerai de leur propriété.

Nous avons inséré ici des chapitres sur la fabrication de l'acide sulfurique et sur le brulage du soufre pour répondre à certaines demandes et fournir des informations d'un caractère général. Il y a un grand nombre d'ouvrages techniques qui traitent de la fabrication de l'acide sulfurique. Nous renvoyons l'expert technicien ou le manufacturier en quête de plus amples renseignements à ces ouvrages spéciaux. Les descriptions des procédés qui sont contenus dans ce rapport sont destinées plûtot à l'homme non technicien qui pourraient être intéressé dans l'industrie des pyrites et dans l'étude des procédés industriels qui se servent des pyrites comme matière première.

Les différents modèles de fours à griller décrits dans le texte sont ceux qui sont aujourd'hui en usage dans les fabriques d'Amérique et d'Europe pour la fabrication de l'anhydride sulfureux. Le grillage du minerai dans le seul but d'obtenir une partie du soufre contenu dans le minerai est un sujet qui ne cadre pas avec le but que s'est proposé l'auteur dans ce bulletin. Par conséquent on ne trouvera pas des descriptions de plusieurs modèles de fours à griller qui sont employés uniquement dans ce but et qui n'étaient pas d'abord destinés à là récupération du soufre dans le minerai. L'auteur est reconnaissant soit aux dessinateurs ou aux manufacturiers de ces différents modèles de fours, pour les dessins et les photographies, qui lui ont servi à préparé les planches qui accompagnent ce bulletin. En plusieurs circonstances l'auteur a eu recours aux spécifications des patentes originelles.

L'auteur a eu le privilège de visiter soit l'installation complète ou la partie qui l'intéressait d'à peu près 25 industries chimiques et usines à pulpe au sulfite au Canada, aux Etats Unis et à Terre Neuve, où on utilise le soufre ou les pyrites dans différents procédés industriels. Dans pratiquement tous les cas, le personnel en charge de ces industries lui ont donné des renseignements et des conseils de grande valeur. Il n'a pas été possible à l'auteur de les remercier tous individuellement dans ce bulletin, en réalité en plusieurs cas on lui a demandé de ne pas le faire. Il a cru mieux de ne faire aucune allusion à des installations individuelles. L'auteur désire cependant exprimer ses sincères remerciments à tous ces messieurs qui l'ont reçu si courtoisement et les assurer de sa reconnaissance pour les renseignements de grande valeur qu'ils lui ont fournis.

Il est à regretter que l'auteur n'ait pas eu l'avantage d'étudier sur place les opérations du grillage des pyrites et les systèmes de purification des gaz de quelques-uns des moulins de pulpe au sulfite en Scandinavie et en Allemagne, où on se sert des pyrites comme source de soufre. Il est entendu que les renseignements qu'il en aurait tiré auraient été d'une grande valeur pour ceux qui s'intéressent à l'installation d'industries similaires dans ce pays.

CHAPITRE I.

LE SOUFRE ET SES COMPOSÉS.

Le Soufre.

Le soufre que l'on trouve à l'état natif ou à l'état libre a été connu de l'humanité depuis la plus haute antiquité. Les anciens l'employaient pour la fulmigation et aussi dans certains exercices religieux. Il semble avoir été employé pour détruire les champignons dans les vignobles et les vergers, pour traiter les maladies vénériennes, pour allumer des feux et préparer des torches, pour cimenter le verre, pour blanchir, pour adoucir certains métaux; on l'employait encore pour beaucoup d'autres usages et d'une manière analogue à celle dont on l'emploie aujourd'hui[1]; on l'appelait autrefois brimstone "ou soufre en canon" et les alchimistes le considéraient comme le principe de la combustion.

Les composés de cet élément existent dans la nature en beaucoup plus grandes quantités et sont distribués plus largement que le soufre natif lui-même. Les composés du souffre avec des métaux qu'on appelle "sulfures" et ceux avec les métaux et l'oxygène qu'on appelle "sulfates" existent en grandes quantités dans certaines localités. Les principaux composés du soufre, qu'on rencontre comme produits naturels sont:

1) *Sulfures.* Pyrite de fer FeS_2; Pyrrhotine, Fe_7S_8; pyrite de cuivre ou chalcopyrite $CuFeS_2$; Bornite, Cu_5FeS_4; galène, PbS; blende, ZnS; cinabre, HgS; stibine ou antimoine gris, Sb_2S_3; Réalgar As_2S orpiment, As_2S_3.

2) *Sulfates.* Gypse, $CaSO_4 + 2\ H_2O$; Anhydrite ,$CaSO_4$; Barytine, $BaSO_4$; Kieserite, $MgSO_4 + H_2O$; Sel d'Epsom ou Epsomite $MgSO_4$ $7\ H_2O$; Sel Glauber ou Mirabilite, $Na_2SO_4 + H_2O$; Vitriol vert ou Mélanterite, $FeSO_4 + 7\ H_2O$.

Propriétés physiques et chimiques du soufre. Le soufre se rencontre dans la nature sous forme de cristaux et aussi à l'état massif sous forme de stalactites et stalagmites ayant une apparence concrétionnée ou réniforme et en poudre. Sa couleur est jaune serin, jaune paille, jaune de miel, brun jaunâtre, verdâtre, gris rougeâtre ou gris jaunâtre. Le trait est blanc, l'éclat est résineux adamantin. Il est transparent et quelquefois translucide; généralement il se présente comme semi-transparent sur les bords et de couleur jaune serin brillante caractéristique noircissant à une élévation de température; à 50 C., il est presque incolore; il a pratiquement aucune saveur ni odeur; il n'est pas conducteur d'électricité, mais s'électrise négativement par le frottement. Il est cassant et a une dureté comprise entre 1·5 et 2·5. Son poids spécifique est 2·07 et son poids atomique 32·06 (oxygène 16).

[1] Voir Lunge, Sulphuric Acid and Alkali, 3rd Edn., Vol. I, part I, p. 14 et suiv.

Le soufre fond à 110°5C et forme un liqui de clair de couleur jaune pâle, si on continue à chauffer il devient plus noir et plus épais; entre 250 et 260 C il est presque noir et si visqueux qu'on ne peut pas le verser, ni le faire couler; si on augmente encore la température il devient plus clair et de couleur brune, il bout à 440 C en formant une vapeur d'un rouge brunâtre. Il commence à se volatiliser avant d'avoir atteint la température d'ébullition.

Le soufre existe sous plusieurs formes allotropiques; on peut l'obtenir sous plusieurs formes cristallines différentes et sous au moins deux formes amorphes, dont une est soluble et l'autre insoluble dans le bisulfure de carbone. On connait aussi une forme soluble dans l'eau.[1]

Etranger. Gisements de Soufre

On trouve le soufre dans plusieurs parties du monde soit dans des bancs de gypse de roches associées, ou dans les régions volcaniques en activité ou éteintes. On le trouve en Sicile dans la vallée de Noto et Mazzaro; sur la terre ferme d'Italie on le touve dans la Romagne et la Marche de l'Italie centrale.[2] On le trouve aussi dans les Appennins entre Forli et Macerata. Dans le sud de l'Italie on le rencontre dans les provinces d'Avellino dans la vallée de Sabatto et en Calabreie dans la région de Cottone. On en trouve une petite quantité dans les solfatares près de Naples. C'est un produit de dépot dans les sources chaudes d'Islande, de la Savoie, de la Suisse, du Hanovre et dans d'autres pays. Il existe des gisements en Egypte septentrionale et de gisements considérables en Russie à Kyrk-Tschulva dans le district Transcaspien d'Ashabad près de Schjich.

On a trouvé du soufre associé aux solfatares près de la plupart des volcans du globe. Les gaz des volcans contiennent presque toujours de l'anhydride sulfureux, SO_2, et de l'hydrogène sulfuré H_2S, et quand ces deux gaz viennent en contact en présence de vapeur d'eau, ils se décomposent mutuellement en mettant du soufre en liberté qui se décompose sur les surfaces avoisinantes suffisamment froides.

$$2\ SO_2 + 4\ H_2S = 3\ S_2 + 4\ H_2O.$$

On trouve beaucoup de soufre de cette nature dans les Andes chiliennes de l'Amérique du Sud, et on en a exploité en Chine, aux Indes, aux Iles Philippines et aux Iles Sandwich

Au Mexique on le trouve en plusieurs localités, dans le cratère du Popocatepetl; à Los Cerrites, à San Luis Potosi, à Los Conejos, à Durango, près de Torreon, dans les Tamanlipas, dans la Californie inférieure, à El Promentorio à Las Virgines.

Aux Etats Unis on le trouve: —Dans le Wyoming, dans les Montagnes Unita, à 30 milles au sud-est d'Evanston, près de Thermopolis, dans le

[1] Voir Dana, Mineralogy; Roscoe and Schorlemmer, Treatise on Chemistry. Lunge Sulphuric Acid and Alkali

[2] Voir "The Sulphur Industry of Italy" Mineral Industry, Vol. VIII, 1899, pp. 592-616.

[3] Mineral Ressources of the United States, 1910, Part II, p. 785.

comté Trémont, dans la partie supérieure du bassin Sunlight, comté Park; dans le parc Yellowstone on le trouve en gisements comme produits de fumerolles; dans l'Idaho près de Soda Springs; dans le Colorado dans le comté Minéral; dans le Nevada prèes de Humboldt House et à Rabit Hole Springs, comté de Humboldt, à Stemboat Springs, comté Washoe, à Colombus, comté Esmeral; dans l'Utah du sud en grands gisements (autrefois exploité au ruisseau Cove, comté Millard, maintenant exploité dans le district de Black Rock); en Californie au geysers de la vallée Napa, comté Sonoma, à Santa Barbara prés du lac Clear, comté Lake; aussi sur le versant ouest du Mont Lassen, à 55 milles du Red Bluf comté Tchama; dans le Texas en différents points, à Bryan Heigths, comté Brazonia, a Matagorda, à Liberty, et sur la rive ouest de la rivière Brazos; en Louisiane dans la paroisse de Calcasieu et dans d'autres localités où on rencontre la formation appelée en "dome".

Gisements de Soufre au Canada.- Au Canada le soufre natif a été signalé dans les rapports de la Commission géologique en plusieurs endroits. Dans chaque cas cependant les gisements n'avaient qu'un intérêt minéralogique, aucun n'avait une importance économique. Dans plusieurs gisements le soufre trouvé, était le produit de la décomposition des pyrites; les autres gisements sont associés aux sources d'eau minérale chargée d'hydrogène sulfuré ou de dépots de gypse.

On a trouvé des cristaux de soufre natif disseminés dans le gypse à une carrière dans le comté de Colchester, Nouvelle-Ecosse.[1] Dans Ontario à Clinton, comté Huron, il y a un gisement qui présente des masses de soufre compact d'un jaune ou à grains très fins, associé à de petits cristaux transparents de la même substance.[2]

Les gisements associés aux sources minérales sont tous de petites dimensions et trop nombreux pour les décrire tous en détail.

Il y a de nombreuses sources dont l'eau est saturée d'hydrogène sulfuré dans l'Ontario, dans le Manitoba et dans l'ouest Canadien, spécialement dans la région des montagnes rocheuses.

McConnel décrit des sources minérales de grand volume à la Pointe au Soufre sur la rive sud-est du grand Lac des Esclaves et aux sources de Goudron au nord de la Pointe Brulée sur la rive nord du même lac. Dans les deux cas, il y a de petites quantités de soufre déposées dans des bassins de sources et le long de schenaux des ruisseaux qui les drainent.[3]

Un gisement intéressant qui mérite qu'on y fasse plus de recherches a été décrit par Selwyn le long de la rivière Smoky, Alberta.[4] La rivière tire son nom de ce que à certains endroits, des fumées blanches sulfureuses ayant l'apparence de la fumée s'échappent du sol. On trouve ces "bou

[1] C. G. C., Vol. IV, partie I.
[2] C. G. C., Vol. IV, partie I.
[3] C. G. C., Vol. IV, partie D.
[4] C. G. C., 1875-76.
[5] C. G. C., 1875-76.

cannes" comme on les appelle, le long de la vallée de la rivière. Les rives de la rivière sont hautes et escarpées et les strates sont bien exposées dans les grands éboulis qui sont bien exposés dans les schistes argileux tendres, d'un gris sombre qui les composent. Où le feu a passé, les roches présentent une variété de nuances rouges jaunes et blanches et où la fumée ou vapeur sort encore du sol il y a de grande étendues qui à distance ressemblent à de la neige et du soufre-blanc mat et jaune brillant. Haffmann a analysé quelques échantillons de cette matière apportée par Selwyn et il a trouvé la composition suivante:

Soufre	46·517
Chlorure d'ammonium	50·422
Sulfate d'ammonium	1·807
Sulfate de potassium	0·035
Sulfate de sodium	0·274
Sulfate de calcium	0·146
Acide sulfurique SO_4 appartenant probablement aux traces de fer et de magnésium.	0·014
Matières étrangères	0·922
	100·137

Ces phénomènes ont été attribués autrefois à la combustion des lits de lignite. Selwyn fait remarquer qu'il n'y a aucun gisement de lignite ni de charbon dans la localité et que les lits qu'il a étudiés ne contiennent que peu de pyrite. Dawson qui visita la rivière Smoky en 1879 rapporte que Hoffmann a trouvé une grande quantité de pyrites très finement divisées avec des matières carbonacées dans ces schistes argileux. Il considère que tout ceci est très suffisant pour expliquer la combustion lente qu'on y a observée, et que les pyrites peuvent dans certaines circonstances, faire naître spontanément les phénomènes par la chaleur dégagée pendant leur décomposition.[1]

Soufre pour le Marché Canadien

Le soufre vendu sur le marché canadien provient presque tout de 3 sources; dans l'est et dans la région des Grands Lacs on emploie le soufre venant et de la Sicile et de la Louisiane; En Colombie anglaise on emploie le soufre venant du Japon; on importe aussi une faible quantité de l'Angleterre que l'on emploie dans l'est du Canada.

On trouvera des descriptions des méthodes employées pour extraire le soufre du minerai et pour le récupérer dans différents articles du "Mineral Industry" dans le traité de Lunge "Sulphuric acid and alkalis". On a publié dans le Bollettino Ufficiale del Ministero d'Agricultura, Industria Rome 1908 Anno VII, Vol. 1 Fasc. 3 pp. 361-400 et 1909 Anno VIII, Vol. II, série C, Fasc. 9 par le prof. Guiseppe Oddo de l'université de Pavie, une descrip-

[1] C. G. C., 1879-80, partie B.

tion plus complète de l'état actuel de l'industrie du soufre et quelques suggestions ayant rapport à une nouvelle méthode sur l'utilisation du soufre brut. Le "Mining Journal "de Londres Vol. 89, pp. 544, 545 et pp. 582-583, 1910 a publié en anglais des extraits de ces articles.

Les gisements de soufre de la Louisiane sont décrits dans plusieurs articles parus dans le "Mineral Industry". Lee Haager a discuté une théorie sur l'origine de ces gisements dans le "Engineering and Mining Journal", the Mounds of the Southern Oil Fields" Vol. 78, pp. 137-139 et pp. 180-183, 1904. Ces gisements ont été décrits et leur origine discutée par le prof G. D. Harris dans le bulletin No. 7 de la Commission géologique de la Louisiane, sur Rock Salt, its Origin, Geological Occurences and Economic Importance in the State of Louisiane" 1908. Le soufre et le sel sont associés dans ces gisements. Le prof. Harris discute aussi ce sujet dans l'"Economic Geology" vol. IV p.p 12-34, 1909, sous le titre: "The Geological Occurence of Rock Salt in Louisiana and Texas". On trouvera dans le "Mineral Industry" Vol. V, 1896, pp. 514 une description du procédé Frasch pour la récupération du soufre, tel qu'employé dans la Louisiane.

Au Japon, sauf une exception, toutes les mines de soufre de Hokkaido et du Nord sont d'origine volcanique. La principale mine est située à Oshimo dans la préfecture de Hokkaido. On trouve encore du soufre à plusieurs endroits notamment à Numajiri dans le Fukushina. La plus grande partie de soufre du Japon est simplement des dépots de sources que l'on rencontre dans les régions volcaniques. Le soufre de Hokkaido quand il est à l'état solide est simplement fondu dans de grandes bouilloires et classé par produits de différentes qualités.

Composés de Soufre

Les composés du soufre qui servent à l'extraction de cet élément sont les pyrites, la chalcopyrite et plus rarement la bornite, le galène et la blende. Nous ne nous occuperons que des trois premiers dans cette discussion. Dans un paragraphe suivant nous donnerons quelques notes sur la minéralogie de ces substances; on trouvera aussi des descriptions de deux minerais qui sont en relation très étroite avec les pyrites, la marcasite et la pyrrhotine.

Pyrites

Composition Bisulfure de fer, FeS_2 = soufre 53·34%, fer 46·66%.

Synonymes Pyrites, pyrites de fer, Mundic, Fool's gold (en anglais) Schwefelkies, Eisenkies, Pyrit (allemand) Pyrite, Fer sulfuré (français) Svatvelkis (en suédois), Pirite (en italien) Pirita, Pirita Amarilla, Bronce [illegible]

[illegible] Mines, Mineralogy, Hurze, Handbuch der Mineralogie [illegible]

Formes. La pyrite quand elle a une forme cristalline cristallise dans le système isométrique ou cubique. Les formes les plus communes sont le cube (fig. 1-5) le dodécaèdre pentagonal (fig. 1-1) et l'octaèdre (fig. 1-7). Souvent les faces des cristaux sont striées dans une direction. La pyrite se présente aussi sous forme massive, granulaire, reniforme radiale et globulaire

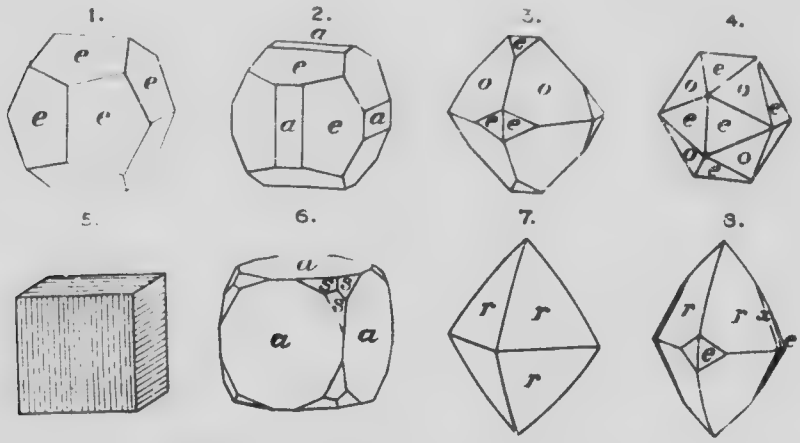


FIG. 1. Formes cristallographiques de la pyrite. (d'après Dana.) 1-6. Formes simples. 7-8. French Creek.

Clivage. Il existe un clivage non facile parallèle aux faces du cube et un autre parallèle à l'octaèdre.

Cassure. Conchoidale et irrégulière.

Dureté. Cassant D = 6 6·5.

Densité. 4·95 5·10.

Eclat. Métallique et luisant.

Couleur. Jaune laiton pale, presque uniforme.

Rayure, poussière. Noir gris et noir brun.

Aspect. Opaque.

Notes. On rencontre ces deux variétés thermo-électriques positive et négative. Une partie du fer est quelquefois remplacé par du nickel, du cobalt, du thalium, ou du cuivre en très petites quantités; on rencontre le cuivre associé à la pyrite sous forme sulfurée (chalcopyrite, bornite etc). Quelquefois on trouve de l'or invisible, disséminé dans la masse, les pyrites aurifères sont une source importante d'or. De petites quantités d'arsénic, de silice ou sélénium et quelquefois de la blende ou de la galène peuvent être présentes.

Détermination. En tube fermé il se forme un sublimé de soufre et le résidu est magnétique. Au chalumeau elle abandonne du soufre qui brule avec une flamme bleue et donne l'odeur caractéristique de l'anhydride sulfureux. Elle est insoluble dans l'acide chlorhydrique, mais elle se décompose sous l'action de l'action nitrique. Elle peut être reconnue à première vue par sa couleur et ses autres propriétés physiques. Le minéral

tire son nom du grec πυρ = feu, par allusion aux étincelles que le minerai lance quand on le frappe avec un marteau, ou avec un autre instrument dur et résistant. On peut produire les étincelles en frottant le minerai contre une lime grossière et on peut reconnaître l'odeur quand il brule.

Gisements.—Les pyrites sont abondamment reparties dans les roches de tout âge. Quand elles sont cristallines on les trouve généralement sous forme de [illegible], pyritoèdres, octaèdres ou sous des formes moins communes. On les trouve très souvent dans les ardoises argileuses, dans les sables argileux et dans d'autres roches de la formation carbonifère.

On rencontre généralement le minerai commerciable en masses énormes, de forme lenticulaire, plus rarement en veines; on les trouve le plus fréquement associées aux roches basiques intrusives, quoique le gisement lui-même puisse se trouver dans les roches de toutes sortes. Des gisements énormes de pyrite massive, les plus importants qui soient de nos jours, se rencontrent en Espagne et au Portugal (à Rio Tinto, Tharsis, Santo Domingo). On en connait d'autres en Italie, en France, en Allemagne, en Norvège, en Russie, au Japon, dans l'Amérique du Sud, au Mexique, aux Etats Unis, au Canada. Les pyrites massives noduleuses que l'on rencontre dans les couches de charbon et que les mineurs appellent "Charbon de bronze" prennent une importance commerciale dans certaines localités.

Altérations.—Les pyrites se transforment rapidement en sulfate de fer par oxydation, et du soufre est mis en liberté. A leur surface elles peuvent s'altérer en limonite et ensuite de l'monite en oxyde rouge de fer. Le vitriol vert, la limonite, la goethite, l'hématite, le quartz, le graphite et l'argile ocreuse sont autant de substances qui épigénisent la pyrite.

L'altération de la partie supérieure des gisements de pyrite en limonite et en hématite donnent naissances aux "chapeaux de fer" (gossan) qui caractérisent les surfaces superficielles des grands gisements de pyrites.

Marcassite

Composition. Bisulfure de fer, FeS_2 soufre 53·34%, fer 46·66%.

Synonymes. Cockscomb, Spear, Cellular, White Pyrites (en anglais); Wasserkies, Kammkies, Speerkies, Strahlkies, Zellkies, (en allemand); Fer sulfuré, blanc, Pyrite blanche marcassite (en français); Pirite bianca (en italien); marcasita, pirita blanca (en espagnol).

Forme. Elle cristallise dans le système orthorhombique, les cristaux ordinairement tabulaires et aussi pyramidaux, fréquemment striés. Les cristaux simples sont rares, mais à cause de leur macles multiples ils présentent une grande variété de formes à aspect bizarre et angles rentrants, d'où les noms composés "Cockscomb et Spear Pyrites", etc. On trouve la marcasite en stalactites avec structure intense radiée et la surface extérieure couverte de cristaux projetés. On la trouve encore sous forme de branche, de globule et de disque.

Clivage. Facile, parallèle aux faces du prisme.

Cassure. Inégale.

Dureté. Cassant D=6 6·5.

Densité. 4·85 4·90.

Eclat.– Métallique.

Couleur. Jaune de bronze pâle, devenant plus foncée par exposition à l'air.

Rayure. Poussière. Gris, brun noir.

Aspect. Opaque.

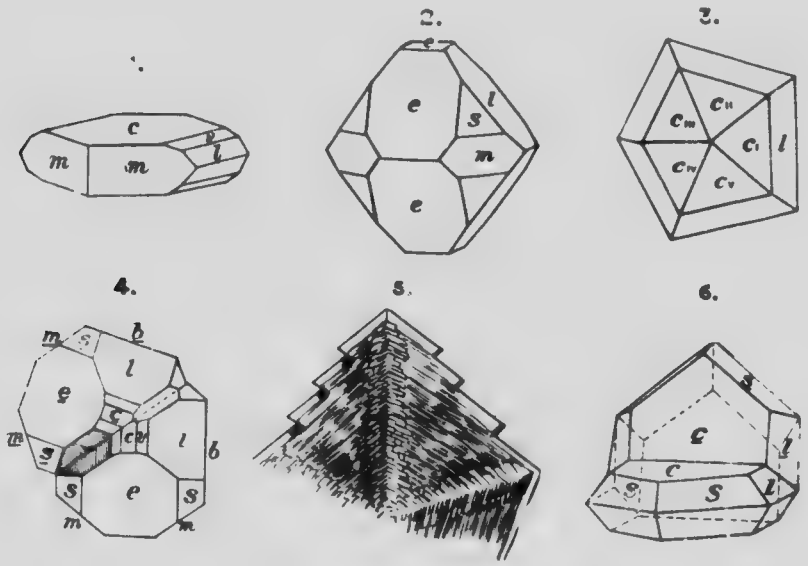


FIG. 2. Formes cristallographiques de la marcassite. (D'après Dana.) 1. Forme ordinaire. 2. Schemnitz. 3. Frieberg. 4. Galena, Ill. 5. Folkestone. 6. Freiberg.

Détermination. Elle est comme la pyrite, mais elle se décompose plus facilement. On la distingue de la pyrite par sa structure cristalline et généralement par sa couleur plus claire.

Gisements. On la trouve à peu près dans les mêmes conditions que la pyrite, mais elle n'est pas aussi commune dans les roches cristallines, ni dans les veines métalliques; elle est plus commune que la pyrite sous la forme de nodules et de concrétions d'origine organique dans les roches sédimentaires. La variété "Spear" se trouve abondamment dans l'argile plastique dans la formation de charbon brun à Littmitz et à Altsatell; près de Carlsbad en Bohême elle est exploitée sur une grande échelle pour le soufre ou pour usage dans la fabrication du sulfate ferreux. On a trouvé des cristaux et des matières cristallines en plusieurs endroits tant en Europe qu'en Amérique. On ne la rencontre pas à l'état massif, et elle n'est jamais un minerai important du soufre.

Altérations. La marcassite s'altère très rapidement; elle s'altère très souvent en limonite brune à la surface; beaucoup d'échantillons tom-

bent en morceaux, surtout lorsqu'il sont exposés à une atmosphère humide. La limonite et la pyrite épigénisent la marcassite, de même la bornite, la chalcopyrite, la magnétite et la blende.

Pyrrhotine

Composition. —Ce minéral a une composition douteuse, les analyses indiquent une variation considérable. On donne différentes formules qui vont de Fe_8S_7 à $Fe_{11}S_{12}$; elles sont toutes conformes à la formule générale Fe_nS_{n+1}. Quelques échantillons très purs se rapprochent beaucoup du monosulfure FeS et on appelle quelquefois le minérai pour cette raison le monosulfure de fer. Le percentage de composition varie avec la formule:

Fe_7S_8 = Soufre 39·6 %, fer 60·40 %.

Fe_8S_9 = Soufre 39·2 % Fer 60·8 %.

$Fe_{11}S_{12}$ = Soufre 38·4 % Fer 61·6 %.

La pyrrhotine contient souvent du cobalt, du nickel, ou du cuivre (comme chalcopyrite ou bornite), quelquefois de l'arsenic, et même de l'argent, de l'or et du platine et quelques-uns des métaux rares.

Synonymes. Magnetic pyrites (anglais); Magnetkies, Leberkies (en allemand); Pyrite magnétique, Fer sulfuré magnétique (en français); Magnetkis (en suédois); Pirrotina (en italien); Pirita magnética (en espagnol).

Forme. —On la classe généralement dans le système hexagonal; la pyrrhotine se présente généralement en masse ayant une structure granulaire.

Clivage. On voit quelquefois un clivage basal distinct dans les cristaux ayant généralement une apparence de plaques hexagonales.

Cassure. Inégale et subconchoidale.

Dureté. —Cassante, D = 3·5 4·5.

Densité. 4·58 4·64.

Eclat. Métallique.

Couleur.—Entre jaune de laiton et rouge cuivre, ternit très rapidement.

Rayure, Poussière.—Gris noir foncé.

Aspect. —Opaque.

Notes. La pyrrhotine est magnétique. Le magnétisme varie beaucoup en intensité; quelquefois elle possède des poles magnétiques.

Détermination. Sa couleur bronzée et ses propriétés magnétiques servent à la distinguer des pyrites de fer et de cuivre. Elle ne change pas quand on la chauffe en tube fermé. En tubes ouvert elle donne des fumées sulfureuses, et elle devient alors plus fortement magnétique. Elle se décompose sous l'action de l'acide chlorhydrique avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

Gisements. Les pyrrhotines se rencontrent en Norvège, en Suède, en Allemagne (Hartz, Bavière, Saxe) en Autriche (Bohême), et ailleurs en Europe.

Chalcopyrite

Composition. —Sulfure de cuivre et de fer, $CuFeS_2$ ou $CuFe_2S_3$, soufre 35·0% cuivre 34·5% fer 30·5%.

Les analyses montrent souvent des variations dans la formule; ceci est dû dans la plupart des cas à un mélange mécanique de pyrite. La chalcopyrite contient quelquefois des petites quantités d'argent et d'or; quelquefois le thallium est présent.

Synonymes. —Copper Pyrites, Peacock ore in part(quand elle est ternie) (en anglais); Kupferkies, Chalkopirit (en allemand); Chalcopyrite, cuivre pyriteux (en français); Kopparkis (en suédois); Calcopyrite, Rame Giallo, Pirite di rame (en italien); Cobre amarillo, Bronce amarillo, Bronze de cuivre (en espagnol).

Forme. —Elle cristallise dans le système tétragonal. Les cristaux ont souvent l'aspect d'un tétraèdre, à faces larges, à éclat terne ou oxydé, et strié suivant la diagonale. Elle est souvent massive et compacte.

Clivage. Distinct et parallèle à certaines faces.

Cassure. Inégale.

Dursité. Cassante, D = 3·5 4.

Densité. 4·1 4·3.

Eclat. Métallique.

Couleur. —Jaune laiton, souvent ternie et iridescente.

Trait, Poussière. Gris noir.

Aspect.— Opaque.

Détermination. Elle décrépite en tube fermé et donne un sublimé de soufre. En tube ouvert elle donne de l'anhydride sulfureux; avec la soude elle donne un globule de cuivre contenant du fer. Le minerai grillé donne les réactions du cuivre et du fer. Elle se dissout dans l'acide nitrique en mettant en liberté du soufre qui forme une solution verte; par addition d'ammoniaque pour neutraliser la solution on obtient un précipité de fer à l'état d'hydroxide ferrique brun et une solution de couleur bleue foncée.

On peut la distinguer de la pyrite par sa couleur et sa dureté. Le ternì pourpre iridescent est très caractéristique, mais on doit le distinguer de la couleur de la bornite.

Gisements. La chalcopyrite constitue une des principales sources de cuivre; il y a probablement les trois quarts de la production mondiale du cuivre qui proviennent de ce minerai. Elle se présente en masses, en veines, et disséminée dans la gangue de matériaux divers, souvent du quartz. La roche mère peut être soit des gneiss, des schistes cristallins, ou des roches ignées de différentes sortes. On trouve généralement d'autres sulfures associés à la chalcopyrite. Les plus communs de ces sulfures sont la pyrite, la galène, et la blende, le bornite, la pyrrhotine, la chalcocite, la tetrahédrite et même la cassitérite. On y trouve souvent de l'or et de l'argeat et plus rarement du nickel et cobalt. On rencontre des gisements de chalcopyrite dans plusieurs pays d'Europe, dans l'Afrique

du Sud, dans l'Australie, dans les Amériques du Sud et du Nord. Au Canada on en a exploité de petites quantités dans les provinces maritimes. On en a obtenu des quantités considérables dans les mines de Québec; elle est largement développée dans l'Ontario au nord du lac Huron, quoiqu'il n'y ait pas de mines importantes en exploitation pour la chalcopyrite seule en ce moment. Le cuivre contenu dans les pyrrhotines nickelifères de Sudbury provient probablement de la chalcopyrite. On la rencontre encore dans un grand nombre d'endroits de la Colombie anglaise et du Canada septentrional.

La chalcopyrite n'est pas un minerai de soufre. Ce n'est qu'incidemment qu'on puisse recupérer son soufre. Certains minérais pyriteux cependant contiennent de la chalcopyrite en petites quantités et après le grillage des pyrites pour la récupération du soufre, il est souvent désirable de traiter le résidu pour récupérer le cuivre qu'il contient. La présence du cuivre fait décroître le montant de soufre récupérable du minérai.

Altération. La chalcopyrite s'oxyde par exposition à l'air; le cuivre se transforme en sulfate soluble et peut être enlevé par lavage en laissant un résidu d'hydroxide de fer ou limonite. Les produits secondaires qui se forment par la décomposition de la chalcopyrite sont la malachite, la covelline, le chrysocolle, la mélaconise, la chalcocite et quelquefois la tétrahédrite.

Bornite

Composition.—Sulfure de cuivre et de fer, mais variant dans les proportions de ces métaux. Le minéral cristallisé est conforme à la formule Cu_5FeS_4 = Soufre 28·1%, cuivre 55·5% et fer 16·4% = 3 $Cu_2S.Fe_2S_3$ (Groth.) ou $Cu_2S.CuS.FeS$. Les variétés massives donnent de 50 à 70% de cuivre et 15% à 6·5% de fer cette variation est due partiellement au moins à un mélange mécanique d'autres sulfures.

Synonymes.—Erubescite, Purple Copper Ore, Variegated Copper Ore, Peacock Ore (en anglais); Buntkupfererz, Kupferkies (en partie), Kupferlazul (en allemand); Bornite, cuivre panaché (en français); Brokig Kopparalm (en suédois).

Forme. Elle cristallise dans le système régulier. La forme commune est le cube avec faces souvent raboteuses et courbes. On la rencontre aussi à l'état massif avec une structure granulaire ou compacte.

Clivage. Imparfait, des traces seulement.

Cassure. Conchoidale, inégale.

Dureté. Cassant, D = 3.

Densité. 4·9–5·4

Eclat. Métallique.

Couleur. Entre rouge de cuivre et brun pinchebeck, sur cassure fraiche devenant rapidement iridescent en ternissant.

Rayure, Poussière. Gris noir pâle.

Aspect. Opaque.

Détermination. Elle ressemble beaucoup à la chalcopyrite. En tube ouvert elle donne de l'anhydride sulfureux et pas de sublimé; en tube fermé elle donne un faible sublimé de soufre. Sur le charbon elle fond en donnant une boule magnétique cassante. Le minerai grillé donne les réactions du cuivre et du fer. Elle est soluble dans l'acide nitrique en donnant une solution verte et le soufre est mis en liberté; par addition d'ammoniaque on précipitera le fer à l'état d'hydroxide rouge brun et la couleur de la solution sera changée en un bleu caractéristique. On distingue ce minéral de la chalcopyrite par sa couleur pourprée.

Gisements. Ce minéral vient immédiatement après la chalcopyrite comme source importante de cuivre métallique. On le trouve généralement associé aux autres minerais de cuivre dans les veines et disséminé à travers les schistes cristallins. On en connait des gisements en Allemagne, en Hongrie, en Norvège, en Suède, en Espagne, en Angleterre et dans d'autres pays d'Europe; on en connait aussi au Chili, au Pérou et à d'autres endroits de l'Amérique du Sud; au Mexique et dans plusieurs états des Etats Unis. Au Canada il formait autrefois un minerai important des cantons de l'Est du Québec. On le rencontre aussi dans l'Ontario et dans la Colombie Anglaise.

Le minerai a une grande valeur à cause de sa teneur en cuivre. On le trouve quelquefois associé à la pyrite, mais il n'est pas lui-même un minerai de soufre. Un minerai riche en cuivre, c'est-à-dire qui en contient 6 à 7% grâce à la présence soit de la bornite ou de la chalcopyrite, ne sera pas généralement considéré comme un minerai de soufre et il ne sera pas traité comme tel.

Production artificielle du soufre

Le problème de l'extraction artificielle du soufre des sulfures métalliques est d'un intérêt pratique aussi bien que théorique considérable.[1]

On sait depuis longtemps que quand on chauffe de la pyrite ou de la chalcopyrite à l'abri de l'air ou de l'oxygène on obtient du soufre. Le résidu obtenu par ce chauffage des pyrites est magnétique et est une variété de la pyrrhotine.

$$FeS_2 = FeS + S$$

L'anhydride sulfureux peut se décomposer de différentes manières. Si on le fait passer sur du charbon chauffé, le soufre est mis en liberté et l'oxygène s'unit au carbone pour former soit le bioxyde soit le monoxyde ou les deux selon les conditions de l'expérience.

$$SO_2 + 2\,C = 2\,CO + S$$

$$SO_2 + 2\,CO = 2\,CO_2 + S$$

Le soufre est aussi libéré du bioxyde en présence d'hydrogène.

$$SO_2 + 2\,H_2 = 2\,H_2O + S$$

[1] Voir Lunge, Sulphuric Acid and Alkali, 3ème Ed. Vol. I, 1ère partie, pp. 25-30. Aussi Schnabel, Handbook of Metallurgy, 2ème Ed., Vol. II, pp. 104-106.

Si on fait passer l'anhydride sulfureux sur des sulfures d'alcalis chauffés au rouge, le soufre est mis en liberté. Si on emploie les sulfure de calcium, le sulfure absorbe d'abord le gaz; ensuite le soufre se distille et le sulfure se transforme en sulfate. Ce dernier peut être réduit de nouveau en sulfure en le chauffant au rouge et en y faisant passer du gaz de charbon.

L'hydrogène sulfuré peut aussi se décomposer et donner du soufre en liberté par oxydation.

Chacune de ces réactions ont déja été employées dans des essais pour développer un procédé commercial pour la fabrication du soufre. Dans la plupart des cas ces procédés semblent ne pas avoir donné de bon résultat commerciaux.[1] Il y a cependant une exception importante c'est le procédé Chance-Claus pour la fabrication du soufre au moyen de la soude rejettée du procédé Leblanc. En Angleterre on a recupéré environ 30,000 tonnes de soufre par an par ce procédé.[2]

La découverte ou l'invention d'un procédé économique pour l'extraction du soufre de l'anhydride sulfureux qui se dégage des smelters serait de grande valeur en certaines localités. Certains smelters sont situés si loin de tout marché pour l'écoulement du soufre qu'ils pourraient récupérer, qu'il est douteux qu'un tel procédé puisse leur être profitable D'autres, cependant, ont un accès facile au marché du soufre, s'ils pouvaient le récupérer économiquement des gaz d'échappement. On a essayé à différentes reprises à convertir au smelter même cet anhydride sulfureux en acide sulfurique. C'est un procédé qui réussit bien au smelter de la Tennessee Copper Co., de Copperhill, Tennessee, et à la Ducktown Sulphur, Copper and Iron Co., à Isabella, Tennessee. Ces deux smelters sont situés dans un district où il y a une grande demande pour l'acide pour la fabrication d'engrais chimique; ils sont donc dans des conditions exceptionnelles.

Le soufre ainsi récupéré de ces gaz d'échappement pourrait se manipuler plus aisément que l'acide sulfurique et pourrait atteindre un marché plus étendu que celui de l'acide. Il est très douteux si les smelters canadiens pourraient récupérer leur soufre en en fabriquant de l'acide sulfurique et en faire une entreprise payante. Dans certains cas si le soufre pouvait être récupéré des gaz d'échappement à l'état de soufre, il pourrait probablement être mis sur le marché immédiatement. La perte journalière provenant des gaz d'échappement est très grande pour quelques-uns des smelters. Il peut arriver qu'un procédé pour la récupération soit couronné de succès au point de vue technique, mais qu'il ne le soit pas au point de vue commercial. La grande production de soufre qui résulterait de la récupération de seulement 50 % de celui qui s'échappe en pure perte de nos smelters aurait pour effet d'encombrer le marché canadien et réduirait grandement le prix du soufre. Cet abaissement du prix du soufre ne serait d'aucun détriment commercial au succès du procédé aux endroits où l'expédition radiale profitable est assez

[1] Voir Lunge, Sulphuric Acid and Alkali, 3ème Ed., Vol. II, 2ème partie, p. 904.
[2] Lunge, op. cit., pp. 943-959

grande pour atteindre le marché de la frontière des Etats Unis. Toute la question, cependant, est un problème économique de grande complexité qui demandera à être soigneusement étudié avant qu'un procédé techniquement économique puisse être mis en opération sur une échelle commerciale.

Récemment on a fait l'essai expérimental d'un procédé de ce genre à Campo Seco, Californie et les résultats ont été encourageants. Nous avons tiré les notes suivantes de deux articles qui décrivent ce procédé et qui a été publié dans le "Mining and Scientific Press", de San Francisco[1]

Procédé Thiogène pour la récupération du soufre à partir de l'anhydride sulfureux.

Le principe sur lequel sont basées les réactions utilisées dans le procédé Thiogène est la réduction du gaz au moyen d'hydrocarbures. En admettant pour plus de simplicité que l'hydrocarbure a pour formule CH_2, la réduction s'opère de la manière suivante:

$$SO^2 + CH^2 = S + CO + H_2O$$

Comme la décomposition de l'anhydride sulfureux en soufre et oxygène libre ne peut s'effectuer sans absorption d'énergie, on ne pourra avoir de décomposition sans fournir une certaine quantité d'énergie. On devra donc fournir de l'énergie dans tout procédé si on veut qu'il réussisse.

En pratique on rencontre de sérieuses difficultés dans la solution de ce problème; les unes sont chimiques; les autres mécaniques. Young énumère les plus importantes de ces difficultés comme suit:

(1) La présence de l'oxygène libre dans le gaz à traiter, amène une perte sérieuse en hydrocarbures.

(2) Les réactions même en l'absence d'oxygène sont lentes et incomplètes.

(3) Toute l'énergie disponible de l'hydrocarbure n'est pas utilisée, alors le carbone brûle à l'état d'oxyde de carbone au lieu d'anhydride carbonique.

Ces difficultés ont été rencontrées et résolues au laboratoire; on a fait des expériences à Campo Seco, cité plus haut, pendant qu'on essayait de développer un procédé commercial. Young continue comme suit:

"Le procédé Thiogène est devenu pratique en employant la réaction ci-haut d'une manière indirecte. L'anhydride sulfureux est d'abord absorbé par un sulfure basique, soit à l'état hydraté ou anhydre, celui employé étant généralement le sulfure de calcium. La réaction qui en résulte est la formation d'un sulfite de calcium et on obtient du soufre en liberté. La présence d'oxygène dans le gaz ne nuit pas à la réaction

[1] Procédé Thiogène pour la réduction de SO_2 dans la fumée de Smelter, par Stewart W. Young, Min. & Sci. Press, Vol. CII., pp. 386-387, 23 sept. 1911.
Essais au procédé Thiogène, par Frank L. Wilson, Min. & Sci. Press, Vol. CIV, pp. 497-498, 6 avril, 1912.

d'une façon appréciable car la réaction avec l'anhydride sulfureux est très rapide tandis que celle avec l'oxygène est très lente.

" La deuxième opération du procédé consiste à séparer le soufre libre du sulfite de calcium, opération qui peut se faire par distillation ou autre moyen convenable. La troisième opération réduit le sulfite de calcium au moyen des hydrocarbures. Cette réaction résulte dans la régénération du sulfure de calcium qui entre de nouveau dans la première phase de la réaction, c'est-à-dire qu'il est employé pour l'absorption future de l'anhydride sulfureux. Dans les conditions ordinaires la réduction du sulfite de calcium en sulfure est très difficile la réaction se faisant lentement, même à haute température, et résultant dans la transformation du carbone en oxyde au lieu de l'anhydride comme il serait à désirer. On a cependant inventé une méthode par laquelle la réaction se fait vite même à une température basse et par laquelle la combustion complète de l'hydrocarbure est assurée. On a aussi inventé une adaptation du procédé qui permet de se servir des gaz libres, ou à peu près libres d'oxygène avec beaucoup plus d'efficacité mécanique. En réalité les principes fondamentaux sur lesquels reposent le procédé offrent de grandes possibilités d'adaptation pour convenir aux conditions spéciales. Incidemment, on a fait des progrès considérables dans le sens d'adapter le procédé à la récupération des poussières des cheminées.

Les réactions qui se produisent dans les méthodes indirectes, exprimées en symboles chimiques sont les suivantes:

$$(1)\ 2\ CaS + 3\ SO_2 = 2\ CaSO_3 + 3\ S$$

$$(2)\ 2\ CaSO_3 + 2\ CH_2 = 2\ CaS + 2\ CO_2 + 2\ H_2O$$

Une autre réaction dont on se sert assez souvent dépend du fait que quand l'anhydride sulfureux passe sur du minerai sulfuré chauffé, le minerai sulfuré est grillé presqu'aussi complètement que si on s'était servi d'air. Exprimée chimiquement cette réaction est la suivante:

$$(3)\ FeS_2 + 2\ SO_2 = Fe_3O_4 + 8\ S$$

Dans les expériences de laboratoire les réactions décrites plus haut sont rapides spécialement quand il y a des sels de fer présents dans le catalyseur. Il ne se forme aucun CO, tout le carbone se combine à l'oxygène pour former CO_2 directement. Le mélange de CH_2 et de SO_2 peut être passé sur à peu près n'importe quel composé du calcium, comme $CaCO_3$ ou $CaSO_4$ et le composé résultant est CaS. Dans le cas où les gaz contiennent de l'oxygène en liberté, celui-ci doit être expulsé avant que CH_2 déplace l'oxygène du SO_2, et cette difficulté est le plus sérieux inconvénient du procédé au point de vue ingénieur. L'agent catalytique doit aussi être maintenu à une température convenable pendant qu'on y fait passer les gaz.

Les gaz doivent être nettoyés aussi parfaitement que possible avant de les faire passer dans la chambre à combustion. A Campo Seco, on réalisait ce nettoyage en faisant passer le gaz d'un grilleur à travers un grand tambour de classement, et de là à travers un second four. Le gaz résultant contenait à peu près 8% de SO_2. Le gaz qui venait du second

four était employé directement. La disposition générale de l'appareil est montrée dans le dessin (fig. 3).

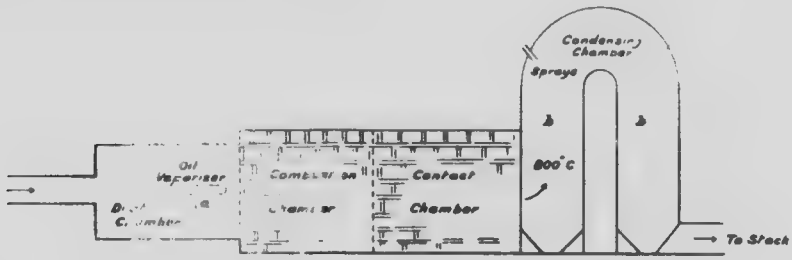


Fig. 3. Disposition d'un appareil Young pour réduction du soufre à Campo Seco

La vaporisation de l'huile se fait au moyen de brûleurs à injection de vapeur (fig. 3, a) Cette huile vaporisée est dirigée dans la chambre à combustion, qui consiste en une échiquette de briques. On obtient une température d'à peu près 800° C. Au-delà de la chambre à combustion on a une chambre à réaction formée semblablement d'un empilement de briques en échiquette. Cette seconde chambre a une section en travers carrée de 4·5′ de coté et 30′ de long.

Sa capacité est plus que suffisante pour recevoir les gaz des deux grilleurs employés.

Les espaces entre les briques dans cette chambre sont presque remplis d'un mélange à égal volume de plâtre de Paris et de sciure de bois mouillée avec de l'eau, auquel on a ajouté une petite quantité de sels de fer. Un tel mélange est avantageux parcequ'il donne une masse poreuse et diminue la quantité de plâtre de Paris employé. La sciure de bois brûle quand on chauffe la chambre, et le $CaSO_4$ est vite réduit à l'état de CaS, la masse se tassant de manière à remplir à peu près la moitié de l'espace entre les briques.

Au-delà de la chambre à condensation il y a une chambre pour recueillir le soufre libre. Dans les expériences à Campo Seco on a trouvé que les condensateurs en fonte laissaient échapper trop de gaz et à présent on se sert d'un tube en forme de V renversé (fig. 3, b), chaque condensateur ayant un plancher en pente et une porte servant de trappe. Dans les expériences on a rencontré des difficultés dans cette chambre. Le sélénium, l'arsénic ou l'antimoine contenu dans le minerai passe dans les gaz du four et ces substances se condensaient avec le soufre.

On peut probablement opérer une séparation en se servant d'une chambre à condensation basse, large et légèrement inclinée dans laquelle le gaz est refroidi par une pluie très fine d'eau à une température inférieure au point d'ébullition du sélénium et de l'arsénic (à peu près 750° C) ou environ 500° C.: le sélénium, l'arsenic et l'antimoine se déposeront alors sur les tuiles en projection placées à cet effet sur les murs de la chambre et finallement attirés par des trappes dans les coins inférieurs. Le soufre

ayant un point d'ébullition plus bas, passera et sera enlevé dans la chambre à condensation régulière.

Ceci demande une construction bien étanche et si on a rencontré des difficultés dans les expériences c'était dû à la porosité des murs de briques et de leur expansion à la chaleur.

Au second essai à Campo Seco il y eut un échappement considérable d'air et par conséquent une quantité considérable d'oxygène est venue en contact avec le soufre en liberté et s'est combiné avec lui. Il y eut production de chaleur grâce à cette combustion et la température au condensateur s'est élevée un peu au-dessus de 950° C. L'analyse du gaz montre qu'il y avait 5·6% de SO_2 à l'entrée et 0·2% à la chambre à condensation, par conséquent une diminution de 5·4% ou plus de 97% de l'anhydride sulfureux présent.

CHAPITRE II.

EXPLOITATION ET MARCHÉ DES PYRITES.

Conditions que doivent remplir les gisements de pyrites.

Les conditions qu'un gisement de pyrite doit remplir, pour qu'il soit utilisable dans l'industrie sont de deux sortes, commerciales et techniques.

Les conditions commerciales sont:

1. Le gisement doit être assez grand pour garantir la dépense du développement dans des conditions telles qu'une exploitation constante puisse être maintenue.

2. Il doit être assez grand pour produire un tonnage de minerai qui puisse permettre aux promoteurs de l'entreprise de se rembourser de leurs frais de prospection et de développement tout en leur assurant un profit sur leur placement.

3. Il doit être situé de telle façon que le transport se fasse facilement par eau ou par chemin de fer. A cause de sa nature il doit être situé aussi prêt que possible du marché.

4. Il doit être situé de telle façon que le minerai puisse être exploité et mis sur le marché à un prix inférieur à la valeur marchande.

Les conditions techniques sont:

1. Le [illegible] doit être pratiquement exempt de gangue parceque la présence [illegible] ances étrangères a pour effet de faire baisser le pourcentage du s[illegible] dans le minerai et nécessite la manipulation de matériaux stériles. Pour la même raison la présence de tout sulfure autre que le bisulfure de fer qui forme le minerai proprement dit, est désavantageux, parcequ'aucun autre composé de soufre ne contient autant de soufre ou ne s'en sépare si complètement. Même les pyrites de cuivre qui constituent la richesse de certains de nos minéraux sont nuisible à la fabrication de l'acide sulfurique tant à cause de sa plus faible teneur en soufre que la pyrite, qu'à cause de son plus grand dégré de fusibilité qui rend la régulation de la température de grillage difficile. Les pyrites qui contiennent plus de 8% de cuivre ne peuvent pas être utilisées avec avantage pour la fabrication de l'acide sulfurique.

2. Il doit être exempt d'éléments tels que le plomb, le zinc, l'arsénic, l'antimoine ou le sélénium. La présence de l'arsénic ou de l'antimoine a un effet délétère sur la qualité de l'acide résultant. Le plomb augmente la fusibilité de la charge et occasionne une perte de soufre en formant du sulfate de plomb. Les minerais impurs subissent une amende élévée à cause de la perte en soufre qui est causée par ces impuretés; ils peuvent

cependant être utilisés pour certains usages, et quelques-unes de ces impuretés peuvent être enlevées.

3. La teneur en soufre du minerai doit être aussi élevée que possible. Un bon minerai en morceaux contiendra par exemple jusqu'à 50% de soufre. Un minerai en contenant 40% de soufre pourra être considéré comme un bon minerai. Etant donné la rareté des pyrites à l'heure actuelle, un minerai contenant entre 35 et 40% de soufre, s'il peut être grillé facilement, sera considéré comme un bon minerai pour le marché. Le valeur sur le marché serait moindre dans le cas de minerai plus riches à cause de l'augmentation des matières stériles qui doivent être manipulées.

4. Le minerai doit se griller facilement. Le résidu du grillage d'une bonne pyrite ne contiendra pas plus de 1% de soufre. Si la gangue est facilement fusible ou si les éléments qu'elle contient s'unissent au soufre pour former des sulfates, il y aura difficulté de grillage et s'il s'en suivra une perte de soufre. Quand on prepare du minerai en morceaux pour le marché les pyrites doivent avoir assez de tenacité pour être broyées sans produire une trop grande quantité de fins. Un minerai granulaire ou tendre et facilement désintégrable, augmentera la proportion de fins et rendra le grillage difficile.

Certaines variétés de pyrite à texture fine se broient facilement, mais ne sont pas désirables pour les grilleurs en morceaux parcequ'elles décrépitent dans les fours-souvent avec explosion. Quelquefois la décrépitation est si intense qu'elle étouffe entièrement le tirage et cause de nombreux troubles dans les fours. De tels minerais qui décrépitent doivent être réduits en fins et grillés au bruleur à compartiments.

Prospection pour pyrites.

Tous les gisements de pyrites au Canada ont été trouvés par des prospecteurs, qui cherchaient d'autres minéraux que le soufre, généralement l'or, le cuivre, ou le fer. Dans presque tous les cas ce n'est qu'en développant qu'on s'est aperçu de la nature du gisement. En quelques cas le développement de là mine a été suivie d'une phase d'exploitation; dans la majorite des cas aussitôt qu'on s'est aperçu que le gisement ne contenait pas assez de valeur en or ou en cuivre ou (dans un gisement de fer) qu'il contenait trop de soufre on a cessé l'ouvrage. Comme conséquence il y a un grand nombre de gisements qui contiennent de la pyrite; mais dans la plupart des cas on ne sait pas s'il y en a assez pour en faire une entreprise commerciale de valeur. Les gisements de pyrites peuvent exister comme remplacements et associés soit à des roches ignées acides ou basiques-porphyre quartzifère, diabase, gabbro et roches semblables. Ces roches peuvent avoir subi un métamorphisme, que l'on peut reconnaître par la présence de schistes chloriteux ou talqueux ou même d'amphibolites—ou elles peuvent être partiellement décomposées, formant (si elles sont basiques) les types de roches connues sous le nom collectif de roches vertes. Les dépôts sont souvent associés avec des zones de

fractur[illegible] probablement les solutions qui ont laissé déposer le minerai, ont trouvé [illegible]s de résistance à leur passage le long de ces zones affaiblies.

Les amas de minerai ont généralement la forme lenticulaire c'est à dire qu'ils sont minces sur les bords et gonflés près du centre du gisement. Les dimensions sont rarement les mêmes dans trois directions ou même dans deux. Si la dimension horizontale dans le sens de la direction est allongée de telle manière que les cotés opposés soient parallèles, l'amas de minerai simulera une veine. Si la dimension verticale parallèle au pendage est très allongée, l'amas prendra la forme d'un tuyeau.

En prospectant un dépot il est bon de déterminer sa forme probable aussitôt que possible. Il est bon aussi de savoir quelle partie de l'amas original a été laissée en place par l'érosion. On doit se rappeler que le minerai s'est probablement déposé dans sa position présente à un temps où la surface actuelle se trouvait bien en-dessous de la surface d'alors. L'érosion a enlevé la couche qui le recouvrait et a mis le minerai à nu.

La surface actuelle peut couper l'amas de minerai n'importe où au-dessus, en-dessous ou en son milieu.[1] Si la surface coupe l'amas près de son bord supérieur, l'amas de minerai ira en grossissant vers le bas. Si l'intersection se fait vers le milieu les cotés seront parallèles pour un certain temps; en profondeur l'épaisseur ira en diminuant, pour enfin disparaître complètement. Si l'intersection se fait vers le bas de la lentille, l'amas ne se prolongera pas très loin en profondeur et disparaitra presque immédiatement.

On trouve des lentilles ayant toutes les positions par rapport à la surface actuelle. Certaines lentilles n'affleurent pas du tout; d'autres n'ont eu qu'une faible partie enlevée par l'érosion pendant que d'autres ont été presque tout enlevées. Les restes des lentilles de cette dernière catégorie sont aptes à produire déception. La section de surface peut avoir bonne apparence et montrer le minerai sur une étendue considérable, mais dès qu'on descend en profondeur on voit le gisement disparaitre. Par conséquent il est à conseiller de s'assurer de la profondeur du minerai aussitôt que possible, parce que sans un amas de minerai considérable il ne faut pas faire d'exploitation intense. En faisant des sondages en profondeur on peut aussi découvrir d'autres lentilles qui n'affleurent pas à la surface.

La pyrite s'oxyde facilement en formant de l'acide sulfurique et de la limonite. L'acide sulfurique est enlevé pas les eaux du sol et la limonite reste généralement pour former le dépot qu'on appelle "chapeau de fer. Le chapeau de fer constitue une matière d'un brun noir ou rouge souvent à texture poreuse et comparativement léger en poids quand on le soulève. Les pyrrhotines forment aussi des chapeaux de fer; leur chapeau de fer est quelque peu plus dense que celui des pyrites, quoiqu'il soit généralement impossible de les distinguer entre eux. La pyrite elle-même se reconnait facilement de la pyrrhotine par son absence de propriétés

[1] L'on admettra dans cette étude que le gîte est sous forme de lentille type, mince sur ses bords et épaisse au centre.

magnétiques. La couleur de la pyrite est généralement plus claire que celle de la pyrrothine. Une analyse les distinguera facilement, surtout si on a des matériaux purs, car la pyrrothine contient moins de soufre que la pyrite.

La pyrite s'altère plus facilement par les agents atmosphériques que les roches environnantes et pour cette raison on trouvera généralement les dépots en-dessous des dépressions de la surface. Le sol venant des terres plus hautes sera suffisante pour recouvrir complètement le gisement. Le sol se teinte en rouge par la rouille provenant du chapeau de fer. La présence des sulfures sera quelquefois décelée par des taches de rouille sur les roches le long de la dépression.

En prospectant il faut donc faire attention aux lisières des roches ignées basiques de couleur sombre, surtout celles qui présentent des réseaux de fracture. On doit examiner soigneusement la bordure des affleurements s'ils n'y a pas de taches de rouille. On doit examiner les dépressions pour voir s'il n'y a pas de sol rouge ou de morceaux de chapeau de fer. Le sol et le chapeau de fer peuvent quelquefois se rencontrer en bas du talus sous le dépôt actuel lui-même.

Quand les indications du sol sont favorables, on doit faire des trous de sondage. Quelquefois on trouvera nécessaire de faire une tranchée pour retracer le chapeau de fer jusqu'à sa source. En creusant un trou de sondage au-dessus d'un dépot type, le mineur passera généralement à travers les couches distincts suivantes:

Terres glaise (comprenant boue noire et sol).
Sol plus ou moins sableux (avec passage insensible à).
Sol de couleur rouge.
Chapeau de fer, (au-dessus libre, en-dessous cimenté).
Sulfate de fer impur (couleur blanchâtre, au gout amer et astingent).
Sable pyriteux partiellement décomposé.
Pyrite (non décomposée).

L'épaisseur du sol qui recouvre le chapeau de fer et l'épaisseur du chapeau de fer varient dans de larges mesures selon les conditions locales. Les chapeaux de fer varient en épaisseur depuis quelques pieds jusqu'à plus de 50 pieds. Juste au-dessous du chapeau de fer on trouve souvent quelques pouces d'une matière blanche qui consiste en sulfate de fer impur mélangé au chapeau de fer, et souvent de la pyrite partiellement décomposée. Immédiatement au-dessus de la pyrite massive il y a souvent un lit de pyrite plus ou moins granuleux, variant en épaisseur depuis quelques pouces à plusieurs pieds. Il y a passage insensible de cette pyrite granuleuse à la pyrite non décomposée.

Les chapeaux de fer qui recouvrent les dépots de pyrite sont généralement de la limonite. En plusieurs endroits ces dépots ont été transformés en hématite. Cette différence dans le caractère du chapeau de fer vient-elle si simplement d'un pur accident dans la localisation résultant d'un meilleur drainage à un endroit qu'à un autre, nous ne pouvons que

le conjecturer à présent. Il est possible que quelques chapeaux d'hématite soient dus à une altération métamorphique de la limonite. En tout cas dans le centre de l'Ontario au moins, les dépots d'hématite recouvrent souvent le minerai pyriteux et sont par conséquent des indicateurs possibles de dépots de pyrites.

Développement d'un gisement.

Quand un gisement de pyrite est reconnu, on doit l'étudier systématiquement pour déterminer s'il y a suffisamment de minerai pour en faire une entreprise commerciale.

La situation du gisement et sa relation avec ceux qui sont voisins est si importante qu'il n'y a pas moyen de donner ici une règle générale à suivre. Le but du travail à cette phase de l'opération est de déterminer aussi promptement et à aussi bon marché que possible s'il y a une quantité de minerai suffisante. Il est aussi désirable de déterminer la forme de l'amas de minerai et la position qu'il occupe par rapport aux roches adjacentes.

La nature de la topographie des alentours nous donnera souvent quelques indications sur la position de l'amas de minerai et sa longueur et sa largeur à la surface. Quand le sol superficiel et le chapeau de fer ne sont pas trop épais pour enrayer cette dépense, on peut déterminer la bordure de l'amas de minerai en creusant des tranchées de prospection en travers de l'amas à des intervalles réguliers. La localisation des tranchées sera déterminée par la topographie locale; la distance entre les tranchées sera aussi déterminée par les conditions locales à chaque cas. On trouvera qu'en certains cas un intervalle de 50′ ou même de 100 pieds sera suffisant. Il ne sera pas nécessaire en chaque cas de creuser des tranchées jusqu'à la pyrite non altérée. Si la bordure du chapeau de fer est déterminée systématiquement par tranchées, l'extension de la pyrite non altérée peut être confirmée par une série de trous de sondage faits sur cette bordure.

Quand la couverture qui couvre le gisement sera trop épaisse et là où les tranchées seront trop dispendieuses on devra poursuivre la prospection soit en se servant de la perforatrice, soit en creusant un puits. Dans la majorité des cas on trouvera plus économique à la longue de faire l'exploration à fond à la perforatrice avant de creuser un puits. Les renseignements que l'ingénieur recueillera au moyen de la perforatrice lui permettront de bien localiser son puits pour que l'exploitation se fasse à meilleur marché et dans les meilleure conditions possibles. Les puits creusés avant qu'on ait déterminé la grandeur et la position de l'amas de minerai sont presque toujours placés à la mauvaise place et sont toujours des sources de troubles et de délais

Quand on pourra déterminer approximativement la bordure du dépot au moyen de tranchées on trouvera bon de percer quelques trous à la perforatrice pour s'assurer que le minerai existe en profondeur. Par ces

trous on s'assure de la position de l'amas de minerai et on peut obtenir un estimé approximatif de sa grandeur. Avec ses données il sera généralement possible de choisir la meilleure localisation du puits et de trouver l'inclinaison que l'on doit donner au plan incliné. Quand l'inclinaison et la direction de l'amas ne sont pas déterminées d'avance, il arrive souvent qu'on est obligé d'abandonner un premier puits ou changer l'angle d'inclinaison du plan incliné après coup pour se tenir dans le voisinage de l'amas. Des puits creusés dans ces conditions sont constamment une source de dépenses additionnelles et inutiles tant dans le creusage du puits que dans son entretien quand il est en opération.

Quand la bordure du gîte de minerai a été localisée à la perforatrice les différentes méthodes employées diffèrent selon la localité et la convenance des prospecteurs. Dans quelques cas la perforation à la main en se servant d'une perche sera satisfaisante et bon marché. Quand les dépots sont couverts d'une couche épaisse de sol on trouvera nécessaire d'employer une perforatrice à pouvoir ordinaire, comme celles dont on se sert pour le perçage des puits à gaz ou à huile.

Quand il faut traverser le roc dur avec la perforatrice on devra employer quelque sorte de perforatrice rotatoire à carotte. Dans quelques cas on trouvera utile de se servir d'une perforatrice à boulets; mais la machine la plus employée est la perforatrice à diamant.

Les trous de perforatrice doivent être localisés systématiquement. Les méthodes employées dépendent des conditions locales. Les trous doivent être placés de manière à couper le massif de minerai aussi près que possible à angle droit sur le pendage. Une seule ligne de trous, spécialement quand il a été possible de localiser approximativement la bordure sur la surface, sera souvent suffisante. Dans quelques cas il faudrait faire 2 ou plusieurs rangées de trous.

Quand il n'est pas possible de faire l'exploration préliminaire au moyen de tranchées ou de perforatrice, on peut recommander de percer systématiquement une série de trous de sonde aux encoignures de carrés.

La distance entre les trous devra être déterminée selon les conditions locales, en tenant compte aussi de la profondeur à laquelle il faut percer le trous. En pratique cette distance varie de 75 à 100 pieds, mais peut atteindre 500 pieds ou plus.

La machine sera placée normalement au mur du gisement. Pour ne pas déranger la machine trop souvent on pourra creuser trois trous au même endroit; un vertical et deux inclinés. Un seul trou sera normal au massif.

Quand on a besoin de creuser un puits d'exploration on se sert souvent d'un treuil à main pour le travail préliminaire. Il sera généralement plus expéditif d'ériger un petit trépied d'où on peut suspendre une poulie. Le cable de traction passera sur cette poulie; une extrémité du cable sera attachée au baril et l'autre passe sous une poulie ancrée et est attachée à un palonnier. On se sert d'un cheval comme pouvoir tracteur. Une

installation de cette sorte sera suffisante pour creuser un petit puits de prospection de 100 pieds de profondeur.

Pour les puits qui ont plus d'un compartiment et pour ceux que l'on doit creuser à de plus grande profondeur on aura besoin généralement d'un chevalement et il sera prabablement économique pendant le creusage de se servir d'un treuil de traction activée par la vapeur ou l'electricité.

Pendant le creusage du puits préliminaire on devra avoir soin de tenir séparés le minerai et la roche stérile. De cette manière on se formera une idée des proportions relatives de chacune de ces substances dans la section faite par le puits. On pourra aussi determiner la nature du minerai.

Développement d'une mine.

Quand on à la preuve de l'existence d'un bon gîte de minerai et quand sa position a été déterminée, le premier pas à faire est d'exploiter l'amas de minerai de telle manière que son rendement soit maintenu d'une manière régulière et constante. Etant données les grandes variations qui existent dans différentes localités il n'est possible de discuter cette question que d'une façon générale. Les méthodes qui font ici le sujet de cette étude ne s'appliquent qu'aux gîtes de minerai étroits. Si on avait des lentilles énormes de minerai, comme il s'en rencontre quelquefois, il faudrait avoir recours à des méthodes un peu différentes, quoique cependant le travail préliminaire soit semblable à celui décrit ici. Le *travail de développement doit être fait sous la direction d'un ingénieur d'expérience et compétent qui doit être tenu responsable de la méthode employée.*

Si on connait au moins approximativement la grandeur et la position du gîte de minerai et la caractère du minerai lui-même, il sera possible de déterminer la méthode d'exploitation minière qu'on doit employer. Dans plusieurs cas on a affaire à des dépots de différentes grandeurs et de différentes formes, alors on pourra employer des méthodes différentes dans les diverses partie de la même mine. La méthode employée doit être telle qu'elle permette l'extraction du plus de minerai possible de la mine avant de l'abandonner.

En choisissant l'emplacement du puits on doit avoir soin de voir à ce qu'il y ait ample place pour le terril et que le minerai soit manipulé de la manière la plus expéditive. Si la nature du terrain ne permet pas ceci on peut créer une place en élevant un chevalement assez haut pour fournir un terril convenable et faire tout marcher par gravité.

Les dimensions du puits seront déterminées par les conditions locales, par les dimensions du massif de minerai et par le rendement journalier qu'on a décidé de maintenir. On doit aménager au moins deux compartiments, l'un pour l'ascension et l'autre pour une échelle et la tuyeauterie. L'emploi de 2 compartiments facilite la ventilation du puits et de la mine. Le puit peut être creusé dans le massif de minerai même ou être localisé le long du mur juste au-dessous du massif. Autant que possible le puits doit être tenu parallèlement au massif, car si cette condition n'est pas

remplie et si le puits s'enfonce dans la roche stérile il sera nécessaire de faire beaucoup de travail inutile pour atteindre le minerai.

On doit creuser des galeries de niveau de chaque coté du puits assez longues pour déterminer la longueur du gîte même de minerai. Si le gîte est large on fera des travers-bancs à partir des galeries à des intervalles réguliers (50 ou 100 pieds). Quand on a plus d'une série de galeries de niveau, on les relie généralement par des travers-bancs en limitant des massifs de minerai sur 4 côtés. Une bonne distance entre les galeries de niveau est de 100 pieds. En pratique cette distance varie beaucoup suivant les localités, la distance entre les galeries de niveau peut varier de 40 pieds à 250, suivant la méthode d'exploitation minière employée et les conditions locales.

A des intervalles réguliers le long des galeries de niveau on établit des exhaussements, on établit des glissoires, dans le mur et des barrages au-dessus des galeries de niveau. La distance entre les glissoires variera de 25 pieds à 50 pieds. On etablit aussitôt que possible une ou deux trouées d'une galerie à l'autre au-dessus pour faciliter la ventilation des chantiers d'abattage.

Dans quelques cas, quand le massif de minerai est étroit, au lieu d'établir une série de barrages, la pratique recommande de couper une tranchée d'à peu près 6 pieds de hauteur sur toute la longueur de la galerie. Ensuite on établit une rangée de gros boisage étançonné que l'on recouvre de pierre et le minerai est abattue vers le boissage par coulisse. Les glissoires sont établies dans le mur à des intervalles réguliers, et on doit aménager une ouverture pour un homme pour aller au chantier d'abattage. A mesure que le minerai est abattu par en haut, on doit retirer assez de minerai brisé en bas pour donner aux hommes assez de place pour travailler entre le front de taille et le haut du minerai brisé. Quand l'abattage a atteint le niveau supérieur le reste du minerai brisé est retiré à la demande. Quand on a tout enlevé le chantier d'abattage est abandonné.

Dans certains cas on a trouvé avantageux d'employer une double rangée de piliers espacés d'à peu près 5 pieds entre eux. Les glissoires sont placées dans le mur en-dessous de la série la plus basse des piliers enduits. On laisse des ouvertures, dans la série supérieure des piliers, alternant avec les glissoires de la série inférieure, et le minerai libre descend à travers ces ouvertures jusqu'aux piliers du bas. On dit que les chutes ont moins de chance de se bloquer quand ont emploie cette méthode. Aussi il est toujours possible par le derrière de la chute de libérer le minerai brisé et dégager la chute.

En pratique on n'a pas coutume d'attendre que le puits et les galeries soient complétés avant de placer les barrages. Dans certains cas le travail préliminaire, quand on travaille dans le minerai, produira assez de minerai pour maintenir un rendement stable. Dans ce cas on place les barrages et y travaille, mais on ne s'en sert que pour former supplément au rendement fourni par le travail de développement.

On peut faire des gradins dans une partie de la mine pendant qu'on développe plus loin ailleurs. En un mot, après un développement préliminaire on peut mener de front toutes sortes de travaux.

Le développement doit se tenir assez en avant de l'exploitation pour que l'avenir de la mine soit déterminé pour quelque temps à l'avance. Le propriétaire de mine qui peut maintenir une production constante de bon minerai n'aura aucune difficulté pour obtenir des contracts pour son minerai. Si la livraison ne se fait pas régulièrement et si la teneur en soufre de son minerai n'est pas constante il en résultera des ennuis sans fin qui lui occasionneront des difficultés pour renouveler ses contrats. Le propriétaire d'une petite quantité de minerai qu'il ne peut livrer qu'à des intervalles très irréguliers aura toujours de la difficulté à vendre son minerai et sera généralement dans l'obligation d'accepter un prix quelque peu plus bas que celui du marché.

Exigences du marché.

Les pyrites qui conviennent à la fabrication de l'acide sulfurique doivent contenir autant de soufre que possible. La pyrite pure contient 53.5% de soufre. Le plus grand nombre de fabricants d'acide exigent un produit ne contenant pas moins de 42% de soufre; il y a cependant quelques grands consommateurs qui achètent du minerai contenant jusqu'à 37% de soufre. Un grand nombre d'acheteurs exigent que le minerai ne contienne aucun arsénic, quoique les fabricants de certains fertiliseurs acceptent du minerai dont la teneur en arsénic ne dépasse pas 1%. La présense du cuivre, zinc et plomb, antimoine, calcium et magnésium, fluor, chlore et sélénium n'est pas désirable. Un minerai qui contient de la pyrrhotine avec la pyrite n'est pas non plus désirable quoique certains consommateurs l'achètent pourvu que la teneur en soufre ne soit pas trop basse.

Cours du marché.—Le prix actuel du marché de New-York pour la pyrite domestique non arsénicale est à peu près 12 cents par unité de soufre, chemin de fer F. O. B. pour le minerai de four. Les fins domestiques non arsénicaux sont quotés entre 10 et 12 cents l'unité. Les minerais arsénicaux sont généralement un peu plus bas, tandis que les minerais espagnols et portugais non arsénicaux sont un peu plus haut.

Le compte rendu suivant sur les conditions du marché de 1910 - le dernier sorti - a été pris dans le " Mineral Industry".

" Prix et conditions du marché ".—Les prix du marché des pyrites de 1910 ont eu des tendances graduelles à monter. Les cotes pour le minerai de four domestique non-arsénical étaient de $11\frac{1}{2}$ cents par unité de soufre à la grosse tonne au commencement de l'année et $11\frac{1}{2}$ et 12 à la fin de l'année, en décembre. Les fins domestiques sont montés de 10 et $10\frac{1}{2}$ cents à $10\frac{3}{4}$ et 11 cents. Le minerai de four importé arsé-

nical a aussi subi une hausse depuis 11½ et 12 cents jusqu'à 12½ cents et les fins arsénicaux sont montés de 10½ et 11 cents à 11 et 11½ cents par unité. Comme résultat de la baisse dans la production du domestique les importateurs de pyrite d'Espagne ont pu augmenter le prix de leur minerai pour suivre le prix montant du produit domestique

Soufre disponible

Un minerai pyriteux n'a de valeur que grâce à sa teneur en soufre disponible et on déterminera la valeur de n'importe quel minerai seulement par la facilité avec laquelle ce soufre peut être récupéré. La présence d'éléments nuisibles nécessite l'emploi d'appareils spéciaux pour leur élimination et augmente le prix de fabrication. La quantité de soufre que l'on peut récupérer d'un minerai dépend d'abord de la composition chimique du minerai et ensuite du soin et de l'habilité de celui qui opère le grillage. Il est possible de produire un résidu provenant de minerai pur qui contiendra moins de ½ pour cent de soufre. En pratique le soufre perdu de cette manière n'est pas souvent moins de 1 pour cent.

L'extrait suivant tiré du Mineral Industry discute cette question au point de vue de l'acheteur[1]:

Quand le minerai contient, parmi d'autres de moindre importance, les minerais suivants, ceux-ci, aux températures ordinaires des grilleurs employés psr les fabricants d'acide sulfurique, retiendront en combinaison chimique les proportions suivantes de soufre, qui ne servira donc pas à la fabrication de l'acide.

Pour chaque % de	Zn.	ZnO.	Cu.	CuO.	Pb.	PbO.	CaO.	MgO.	Fe_2O
on trouvera.	0.50% S.	0.39% S.	0.50% S.	0.40% S.	0.15% S.	0.14% S.	0.57% S.	0.80% S.	0.60 S.

Ceci suppose que tous les sulfures ont été transformés en sulfates, ce qui n'est le cas en aucune façon.

Un minerai qui donne par conséquent à l'analyse 43% de soufre, mais qui contient aussi, disons, 5% de zinc, 2% de cuivre, et 1% de chaux, ne contiendra en réalité que 43 4·07 ou 38·93% de soufre disponible, et de plus comme les minerais qui ne contiennent pratiquemment que peu de fer et de soufre ne peuvent être grillés sans une perte de au moins 1% de soufre. Il faudra donc soustraire environ 1%, ce qui fera en tout comme soufre disponible 43 5·07 ou 37·93%

De plus comme le seul soufre récupérable par le fabricant d'acide est le " soufre disponible et comme les pyrites sont généralement vendues à tant par unité de soufre provenant de l'analyse, il faut se souvenir que le prix par unité est plus élevé qu'il ne semble. Prenons par exemple le minerai ci-dessus mentionné au prix de 10 cents par unité: 44% de soufre à 10 cents = 84.40 par tonne de 2 240 lbs. mais comme le fabricant ne peut récupérer que 37·93% de soufre, il paie en réalité 11·5 cents par

[1] Falding F. J., "The Manufacture of Suphuric Acid," Mineral Industry, Vol. VII, 1898, pp. 653-4.

unité pour tout le soufre qu'il peut récupérer. Or s'il a le choix entre un minerai ne contenant que 42% de soufre sans impuretés et un minerai à 44% de soufre avec 4% qu'il ne peut récupérer à cause des impuretés et en déduisant au moins 1% ou plus pour perte par grillage, alors les minerais ne se comparent pas dans la proportion 42:44 mais dans la proportion 41:39.

Il est aussi nécessaire de considérer la valeur proportionnelle des types de sulfures à 48% et 38% et les comparer avec le soufre naturel (soufre en canon) contenant disons 98% de soufre. Une tonne (2,240 lbs.) de soufre en canon contenant 98% de S. est égale à 2·042 tonnes de minerai contenant 48% de S. disponible, ou à 2·579 tonnes de sulfures contenant 38% de soufre disponible. (Si le minerai sulfuré contient 49 et 40% de soufre disponible, la proportion sera 1:2:2·45 reapectivement). Donc une tonne (2.240 lbs.) de soufre en canon (98% de S) a 2,195 lbs. de soufre disponible; de même 2·042 tonnes (4,574 lbs.) de minerai sulfuré à 48% de S. donnant 2,195 de S. disponible ainsi que 2·579 tonnes ou 5·779 lbs. de minerai à 38% [illegible] soufre. Or une tonne (2,240 lbs.) de soufre disponible sera produi[illegible] 1·02 tonne de soufre en canon à 98% de S, coutant au port de me[illegible] tonne soit $20.40; 2·084 tonnes de minerais à 48% de S [illegible] au port de mer $5.50 par tonne soit $11.46; ou 2.632 tonnes de minerai à 38% de soufre coutant à la mine $3. par tonne ou $7.90. (Ces prix ne sont qu'approximatifs et que pour la forme.)

D'après ces chiffres il est évident que la source d'approvisionnement le meilleur marché dépendra de l'emplacement des usines, ou en d'autres mots, du transport. Par exemple un taux de transport de $1.25 par tonne sur un minerai à 38% de la mine au port de mer fera en sorte que le minerai coutera $1.25 x 2.632 + 7.90 = $11.19 ou presque autant que le minerai à 48% couterait s'il était localisé prés du port de mer.

Le poids proportionnel d'une tonne actuelle de soufre disponible ayant été établi comme étant dans le rapport de 1·02 pour le soufre en canon à 98%, 2084 pour le minerai à 48% et 2.632 pour celui à 38%, le même rapport existe pour chacun de ces matériaux à l'état brut pour ce qui a trait au travail à l'usine, en y comprenant le chargement, l'emmagasinage, le cassage, le grillage et dans le cas du résidu qui n'a aucune valeur, dans l'enlevage de celui-ci.

Comme Lunge le dit (Vol. I. p. 51) aussi "toutes conditions égales d'ailleurs le soufre non brulé dans les cendres est le même par poids. Si par exemple, on laisse 5% de soufre dans les cendres, ceci pour un minerai de 35% comptera pour 5÷35 ou 1 7; pour un minerai de 45%, seulement 5÷45 ou 1 9; la proportion qu'on doit retenir n'est donc pas 35:45 ou 7:9, mais 30:40 ou 3:4."

* * * * * * * * * * * * * * *

Alors pour ce qui regarde les conditions chimiques du minerai sulfuré celui qui a l'intention d'acheter dans une localité donnée, afin de décider quelle est la source à meilleur marché où il doit s'approvisionner, doit considérer, selon les prix qui lui sont fournis, (1) Quelle est la quantité de soufre disponible que le minerai contiendra, (2) quel sera le fret sur ce soufre disponible et quel sera le coût de manipulation du matériel nécessaire pour fournir un tel soufre disponible à son usine; (a) et si le minerai contient de l'arsénic, du sélénium ou d'autres impuretés qu'il n'est pas en état d'éliminer, et qui peuvent rendre son acide impropre à l'objet qu'il a en vue.

TABLEAU I.

Teneurs en soufre des minerais de Pyrites.

Pourcentage de la teneur en soufre.	Soufre en livres par tonne de 2000 liv.	Soufre en livres par tonne de 2,240 liv.
53·34%	1,066·80	1,194·81
52·	1,040·	1,164·80
51·	1,020·	1,142·40
50·	1,000·	1,120·00
49·	980·	1,097·60
48·	960·	1,075·20
47·	940·	1,052·80
46·	920·	1,030·40
45·	900·	1,008·00
44·	880·	985·60
43·	860·	963·20
42·	840·	940·80
41·	820·	918·40
40·	800·	896·00
39·	780·	873·60
38·	760·	851·20
37·	740·	828·80
36·	720·	806·40
35·	700·	784·00
34·	680·	761·60
33·	660·	739·20
32·	640·	716·80
31·	620·	694·40
30·	600·	672·00

Supposons que nous ayons deux minerais l'un avec 44% de S.; 42% de Fer; 4·5% de Zn; 0·5 de Pb;1·2% de Cu; 0·01% As; et 7·3% de résidu insoluble; et un autre avec 51·5% de S; 46·0% de Fe; 150% de Pb;0·4% de Cu; 0·1% de CaO0;15% de Mg; 0·12 d'As; et 1·45 insoluble; de l'analyse I nous devons déduire le soufre qui sera enlevé par le zinc, le plomb

et le cuivre ou 2·92% et ajouter 1% pour perte par grillage ou 3·92% de S. ce qui réduit le soufre disponible à 40·08%: de l'analyse II il nous faut déduire le soufre enlevé par le plomb, le cuivre, la chaux, la magnésie ou 0·4% et ajouter 1% de soufre soit 1·4% ce qui fait pour le soufre disponible 50·1%; par conséquent les deux minerais seront dans le rapport de 40:50. Pour chaque tonne de soufre disponible que nous voudrons obtenir avec le minerai I il faudra acheter 2·5 tonnes de minerai et avec le minerai II 2 tonnes. Les frais de transport couteront par conséquent 25% de plus dans le cas du minerai I que dans celui du II et les dépenses à l'usine seront encore dans la même proportion, le minerai No. II cependant présente quelques inconvénients pour certains acheteurs à cause de sa forte teneur en arsénic, pour chaque localité et pour chaque fabricant, il faut résoudre l'équation différemment entre le prix initial et le prix actuel du soufre disponible.

Contrats pour minerai

Les contrats avec les consommateurs sont généralement faits pour des périodes variant de 2 à 5 ans; on spécifie généralement une teneur minimum en tonne par mois. On insère généralement quelques clauses relatives à la difficulté du travail, aux accidents dans la mine, et à des troubles analogues pour protéger le propriétaire de mine en cas que des troubles de ce genre viendraient l'empêcher de faire sa livraison.

Le propriétaire de mine doit éviter les livraison irrégulières et la livraison de minerai ayant une teneur inférieure au minimum stipulé par le contract s'il désire renouveler ses contracts.

L'acceptation d'un contract pour la livraison d'un minerai avant d'avoir une assurance raisonnable que la mine contient assez de minerai et qu'il peut être exploité et délivré aux termes du contract est répréhensible et conduira en dernier essor à des difficultés et à des pertes.

La marge très petite qu'il reste pour le producteur entre le prix de l'exploitation et le prix de vente pour un minerai à aussi faible teneur que la pyrite, met souvent le propriétaire de mine dans de graves difficultés pour continuer le développement assez loin pour lui permettre de s'assurer un rendement régulier. L'exploitation de la pyrite sera profitable en elle-même seulement quand on pourra produire un grand tonnage et qu'elle pourra se vendre sur le marché. Le petit producteur qui met son produit sur le marché au lieu de l'utiliser lui-même, devra non seulement se contenter d'un faible profit, mais encore il aura plus de difficultés à tenir son minerai à une teneur constante; dans ces conditions il lui sera aussi difficile de maintenir un rendement uniforme. Par conséquent le petit producteur doit s'attendre à rencontrer de grave difficultés pour mettre son minerai sur le marché et il doit être très prudent en signant un contrat pour livraison.

GEOLOGICAL SURVEY
OF CANADA

Préparation du minerai pyriteux pour le marché.

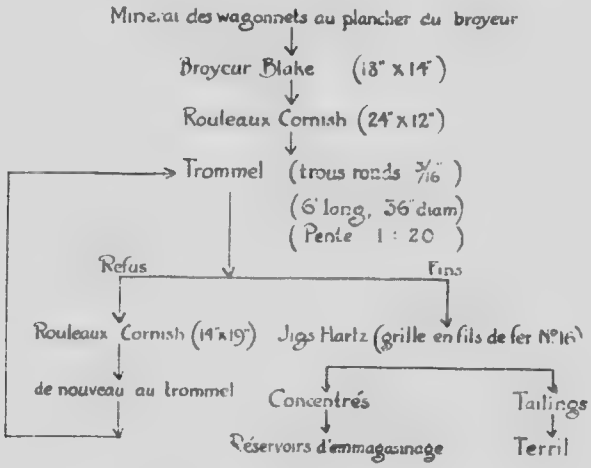
Le minerai pyriteux quand il sort de la mine n'est généralement pas en état d'être utilisé immédiatement au four. Il contiendra généralement une certaine quantité de roche stérile venant de la mine et en plus une grande partie de minerai sera en morceaux trop gros pour être utilisé économiquement dans cette condition. Il doit être assujettie à un traitement qui enlèvera la matière inutile aussi complètement que possible par là même on augmentera sa teneur en soufre et en même temps il doit être réduit à des dimensions convenables pour le marché. L'échantillonage que devra subir le minerai dépendra de la nature et de la pureté du dépot et des exigences du contrat. Les gros blocs de roche stérile peuvent généralement être laissés dans la mine. A la surface pendant l'échantillonage, beaucoup de roches stériles peuvent être enlevées soit par triage à la main ou traitement mécanique. Il ne semble pas qu'il y ait de procédé d'échantillonage typique reconnu. Le minerai " de four" ou en " morceaux " peut contenir des morceaux qui peuvent passer à travers un anneau de 4″ jusqu'à 0·5 pouce, les fins comprennent tout ce qu'il y a en-dessous de 0·5 pouce. Plusieurs acheteurs achètent le minerai tel qu'il sort de la mine et font le triage eux-mêmes. Les installations qui ne sont pas équipées pour manipuler des minerais de toutes dimensions sont obligées d'acheter du minerai qui convient à leur four. Le mineur qui produit du minerai pour le marché à pyrite sera généralement gouverné par un contrat en ce qui concerne la préparation de son minerai. Quand les contrats demandent du minerai en morceaux le fournisseur peut passer un certain pourcentage de " fins " et naturellement, à moins qu'il n'existe d'autres contrats pour les fins, il disposera ainsi d'autant de minerai fin qu'il lui sera possible de le faire de cette manière.

Le procédé de séparation des pyrites de la gangue telle que le quartz, la calcite, et les fragments de roches est relativement simple, étant donnée la différence de densité entre le minerai et la matière stérile. Quand la pyrite est associée aux minerais de cuivre, de zinc, de plomb, le problème devient beaucoup plus difficile. Dans ces cas la pyrite que l'on épargne est généralement la matière qui a le moins de valeur, et toute discussion sur les méthodes de concentration appartient plutôt à la métallurgie de ces minerais qui proviennent de différentes mines et qui ont des caractères différents, et quand il ne suffit pas de broyer et de trier, on doit chercher un traitement spécial qui convienne à ce minerai. En général le schéma d'un traitement sera quelque peu comme suit :

1. Triage préliminaire au-dessus d'une table à secousse, concassage à la main, et enlevage d'un peu de gangue brute.
2. Triage à la main sur table ou courroie.
3. Broyage en plus petites grandeurs.
4. Criblage.
5. Broyage, tamisage et concentration à l'eau.

Comme illustrations des méthodes employées en pratique, nous donnons ci-contre les diagrammes de quatre moulins. La mine où cette méthode a été employée pour la première fois n'est plus en opération. Le diagramme d'écoulement du moulin de la "Sulphur Mines and Railroad Co." a été établi d'après les données de Richards.[1] A cette mine le minerai contient depuis 28 à 33% de soufre et 13% de silice; le minerai expédié en morceaux contient 40% de soufre ou plus et 5·5% à 6% de silice; les fins concentrés contiennent 42% de soufre et 5·5 à 6 % de silice; les stériles contiennent 11% de soufre. Cent tonnes de minerai venant de la mine fournissent environ 44 tonnes de minerai en morceaux, 44 tonnes de fins concentrés et 12 tonnes de stérile. La capacité du moulin est de 130 tonnes par jour de 10 heures. Les autres installations dont nous donnons les diagrammes d'écoulement sont en opération et de plus les diagrammes publiés ici ont été obtenus grâce à la courtoisie des gérants des propriétés en question.

Fig. 4. Diagramme du moulin de la mine Cole, St. Lawrence Co., N.Y.

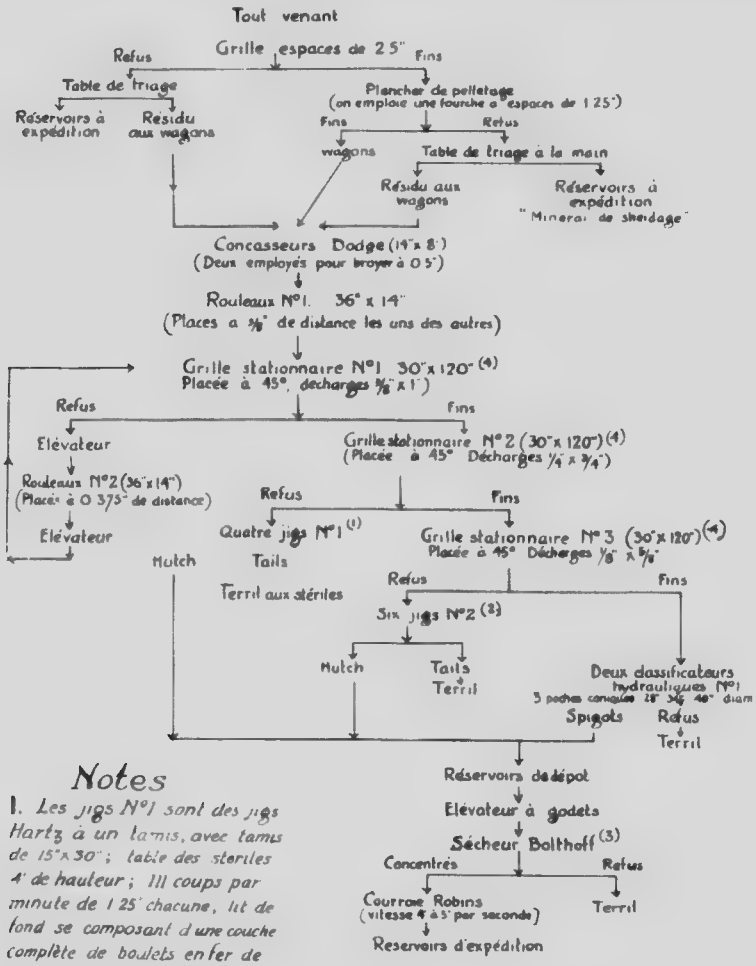


Marché disponible pour le minerai canadien.

Dans une autre page nous donnons une liste de 20 compagnies qui ont des installations à acide et à fertiliseurs, qui peuvent être atteintes par certaines de nos mines de pyrites. Les demandes annuelles combinées de ces établissements sont en excès de 350,000 tonnes de minerai. Le minerai employé pour le moment dans ces usines provient en partie du pays; une grande partie est importée d'Espagne ou du Portugal; une très petite partie est minée au Canada.

[1] Pour informations plus complètes, voir Richards, "Ore Dressing", Vol. II, p. 893 et pp. 904-6.

Fig. 5. Diagramme du moulin de la Sulphur Mines and Railroad Company, Sulphur Mines, Virginia.



Notes

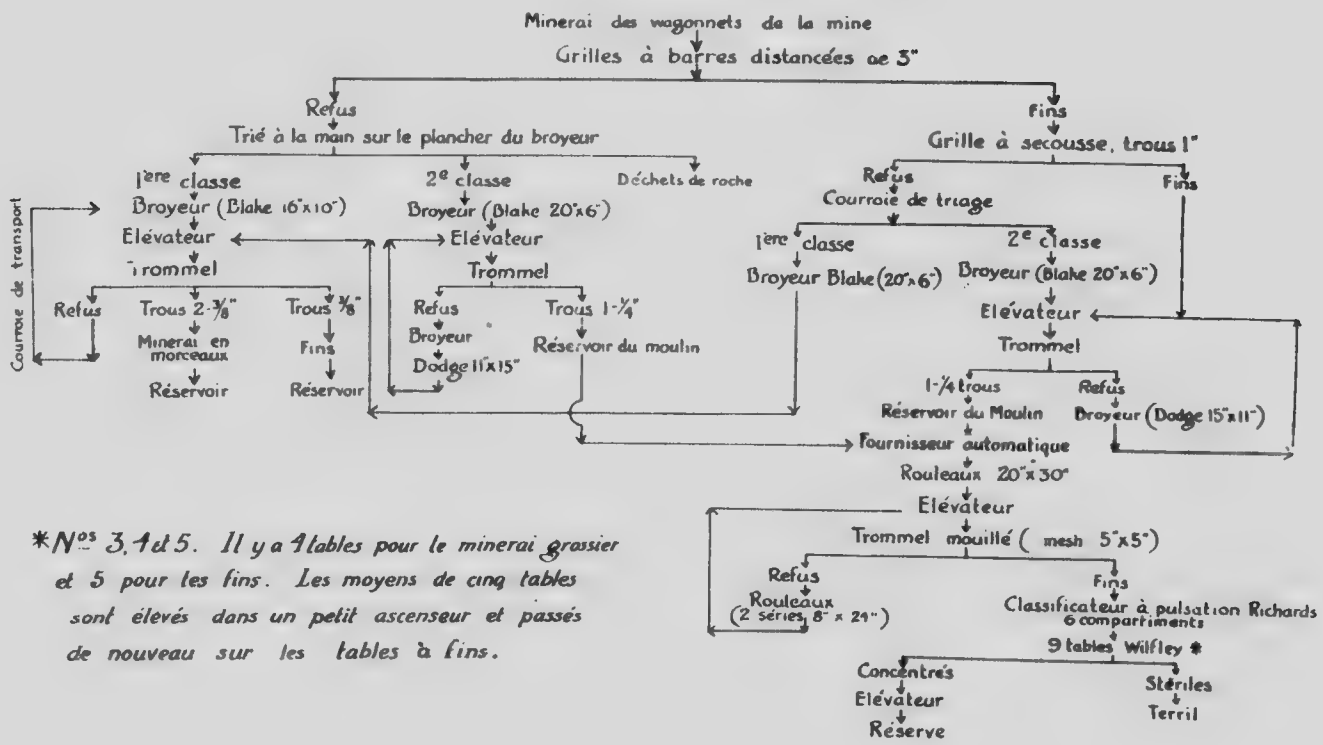
1. *Les jigs N°1 sont des jigs Hartz à un tamis, avec tamis de 15"x 30"; table des stériles 4' de hauteur; 111 coups par minute de 1.25" chacune, lit de fond se composant d'une couche complète de boulets en fer de 1" de diam, recouverte par une deuxième couche complète de 0.5" de diam.*

2. *Les jigs N°2 sont des jigs Hartz à deux tamis, avec tamis de 15"x 28", et rejettement de 5/8"; à part cela semblables aux jigs N°1.*

3. *Le sécheur Bolthoff mesure 6'x 42', avec plaques en fonte d'un déplacement d'environ 2' par seconde.*

4. *Les grilles fonctionnent à sec. L'eau acide les rongerait au bout d'environ 48 heures.*

Fig. 6. Diagramme du moulin de la Eustis Mining Company.



*Nos 3, 4 et 5. Il y a 4 tables pour le minerai grossier et 5 pour les fins. Les moyens de cinq tables sont élevés dans un petit ascenseur et passés de nouveau sur les tables à fins.

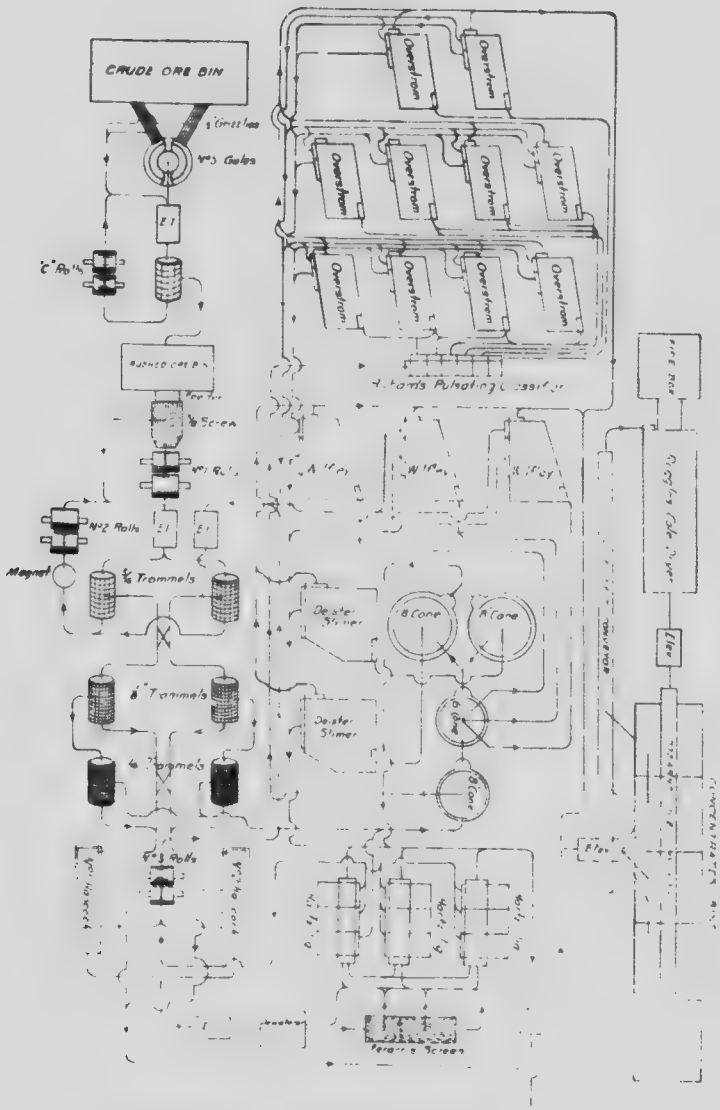


Fig. 7. Diagramme du moulin St. Lawrence Pyrites Company.

Les demandes de consommation dans les régions des Grands Lacs seulement, y compris aussi quelques points qui peuvent être atteints par les ports de lacs, sont en excès de 200,000 tonnes de minerai, propre à la fabrication de l'acide. D'après les rapports du Département des Douanes canadiennes on trouve que plus de la moitié des pyrites canadiennes exportées se dirigent vers le marché de l'est; de là résulte que le tonnage qui atteint les Grands Lacs est très restreint. D'un autre coté on trouve que le minerai espagnol est transporté de l'Océan Atlantique dans les régions des Lacs par chemin de fer.

Comme les taux de fret de plusieurs points d'Ontario, où on trouve les pyrites, aux ports sur la rive sud des grands Lacs sont relativement bas, il semble que cette partie du marché des Etats-Unis offre de grands avantages aux propriétaires de mines de pyrite dans cette province.

Sur le marché des Lacs, les bonnes pyrites canadiennes devraient être cotées un peu plus haut que sur le marché de New-York. La différence de prix à un point donné représentera approximativement la différence dans le taux de fret depuis certains ports sur l'Atlantique au point d'origine dans l'Ontario. D'après le dernier rapport du Bureau des Mines d'Ontario le prix moyen pour les pyrites d'Ontario à leur sortie de la mine, durant l'année 1910, était de $2.90 par tonne. La teneur moyenne en soufre de ce minerai n'est pas donnée, et par conséquent sa valeur moyenne par unité de soufre, ne peut pas être certifiée.

CHAPITRE III.

STATISTIQUES DE LA PRODUCTION DES PYRITES

L'exploitation des pyrites a commencé, d'après les renseignements que l'auteur a pu obtenir, vers l'année 1880. On ne connait pas de statistiques antérieures à cette date. La Division des Mines du Département de la Commission Géologique a recueilli les statistiques depuis 1886 à 1907. Depuis 1907 ce travail a été fait par la Division des Resources Minérales et des Statistiques de la Branches des Mines, Département des Mines.

Le Département des Douanes enregistre l'exportation aux Etats-Unis durant 5 années fiscales 1881-1885 de 120-126 tonnes de pyrites sur lesquelles on a payé un impôt douanier de $245 023. Ceci représente probablement la production de ces années. Ces minerais ont été obtenus dans le district de Sherbrooke, Québec, et il semble presque certain que ce furent les premiers minerais utilisés aux Etats-Unis pour la fabrication de l'acide sulfurique.

TABLEAU II.

Exportation de Pyrites canadiennes aux Etats-Unis de 1881 à 1885.[1]

Exercice Financier	Tonnes (2,000 liv.		Douane
1881	10,812		$ 29,786
1882	23,890		47,754
1883	25,211		39,879
1884	26,000	about	53,870
1885	34,123		73,734
	120,126	about	$245,023

Les tables suivantes ont été complétées par Mr. John McLeish, de la Division des Ressources Minérales et des Statistiques. Les valeurs données sont celles à la mine ou au point de production. Dans le tableau des exportations, les valeurs données sont celles entrées à la douane. En faisant une comparaison de 2 valeurs on trouvera souvent qu'il y a une décroissance considérable entre la valeur à la mine et celle entrée pour

[1] Com. Géol. Can., Rap. ann. 1886, partie S.

l'exportation. Cette différence est due en partie au fait que la valeur de l'exportation comprend quelquefois la valeur de la teneur en cuivre dans certains minerais. Il y a cependant d'autres différences qui dépendent de tout autre chose.

TABLEAU III.

Production annuelle des Pyrites de 1886 à 1911.

Année Civile.	Tonnes, 2,000 liv.	Valeur.	Année Civile.	Tonnes, 2,000 liv.	Valeur.
1886	42,906	$193,077	1899	27,687	110,748
1887	38,043	171,194	1900	40,031	155,164
1888	63,479	285,656	1901	35,261	130,544
1889	72,225	307,292	1902	35,616	138,939
1890	49,227	123,067	1903	33,982	127,713
1891	67,731	203,193	1904	37,180	134,033
1892	59,770	179,310	1905	33,339	125,486
1893	58,542	175,626	1906	42,743	169,990
1894	40,527	121,581	1907	46,243	212,491
1895	34,198	102,594	1908	47,336	224,824
1896	33,715	101,155	1909	64,644	222,812
1897	38,910	116,730	1910	52,870	187,064
1898	32,218	128,872	1911	82,666	365,820

La table suivante montre le tonnage de pyrites entré pour l'exportation entre les années 1894 et 1911.

TABLEAU IV.

Exportation des Pyrites durant les années 1894-1911.

Année Civile.	Tonnes.	Valeur.	Année Civile.	Tonnes.	Valeur.
1894	8,532	$33,205	1903	21,067	$59,604
1895	7,705	38,298	1904	18,279	49,911
1896	15,002	33,837	1905	19,755	55,767
1897	15,096	30,812	1906	26,050	65,349
1898	9,804	26,387	1907	25,056	80,139
1899	15,599	34,084	1908	17,283	96,600
1900	17,620	41,182	1909	35,798	156,644
1901	24,971	57,263	1910	30,434	110,071
1902	18,584	50,178	1911	32,102	120,585

Il n'y a aucun compte rendu donnant la quantité de pyrite importée au Canada ces dernières années. Le tableau suivant, compillé au moyen des rapports du Département des Douanes indique la quantité de soufre en canons et de soufre brut importé au Canada entre les années 1880 et 1911.

TABLEAU V.

Importation de soufre en canons et soufre brut, 1880 1911.

Exercice Financier	Liv.	Valeur.	Exercice Financier	Liv.	Valeur.
1880	1,775,489	$27,401	1896	6,934,190	$63,973
1881	2,118,720	33,956	1897	8,672,751	87,719
1882	2,375,821	40,329	1998	38,026,798	373,786
1883	2,336,085	36,737	1899	24,517,026	265,799
1884	2,195,735	37,463	1900	21,128,656	215,433
1885	2,248,986	35,043	1901	23,856,651	270,608
1886	2,922,043	43,651	1902	24,640,735	325,307
1887	3,103,644	38,750	1903	24,412,737	259,123
1888	2,048,812	25,318	1904	19,364,730	204,663
1889	2,427,510	34,006	1905	23,435,140	242,251
1890	4,440,799	44,276	1906	43,047,672	436,156
1891	3,601,748	46,351	1907 (9 mois)	25,854,615	277,439
1892	4,769,759	67,095	1908	51,806,739	517,249
1893	6,381,203	77,216	1909[1]	44,049,172	426,569
1894	5,845,463	61,558	1910	42,943,340	430,632
1895	4,900,225	56,965	1911[1]	50,562,547	524,473

La consommation des pyrites au Canada est difficile à déterminer. Les comptes-rendus du Ministère des Douanes ne tiennent de compte séparé pour aucune importation de minerai pyriteux et on ne peut consulter aucune statistique à ce sujet. La quantité importée actuellement est cependant très minime et en certaines années elle est nulle. Le tableau suivant qui représente la différence entre la production telle que compilée au moyen des rapports fournis par les mines individuelles, et la quantité totale exportée donne une idée approximative de la consommation domestique de ce minerai. La différence entre la production et l'exportation à chaque année doit nécessairement comprendre non seulement la quantité employée au Canada, mais encore la quantité mise en réserve dans les mines. Cette dernière quantité est généralement faible.

TABLEAU VI

Consommation canadienne approximative de Pyrite domestique, 1894-1911.

Année Civile.	Tonnes (2,000 liv.).	Année Civile.	Tonnes. (2,000 lbs.)
1894	31,995	1903	12,915
1895	26,493	1904	18,901
1896	18,713	1905	13,584
1897	23,814	1906	16,693
1898	22,414	1907	21,187
1899	12,086	1908	30,053
1900	22,411	1909	28,846
1901	10,290	1910	23,436
1902	17,032	1911	50,564

TABLEAU VII.

Soufre récupérable dans les Pyrites Canadiennes

Supposons la récupération moyenne de 41%.

	DE TOUT LE MINERAI PRODUIT.			DE TOUT LE MINERAI EXPORTE.		
Année Civile.	Tonnage (2,000 liv.)	Valeur.	Valeur Moyenne par tonne.	Tonnage (2,000 liv.)	Valeur.	Valeur Moyenne par tonne.
1894	16,616	$121,581	$ 7·31	3,498	$ 33,205	$ 9·49
1895	14,021	102,594	7·32	3,159	38,298	12·12
1896	13,823	101,155	7·32	6,151	33,837	5·50
1897	15,953	116,730	7·32	6,189	30,812	4·98
1898	13,209	128,872	9·76	4,020	26,387	6·56
1899	11,352	110,748	9·76	6,396	34,084	5·33
1900	16,413	155,164	9·45	7,224	41,182	5·70
1901	14,457	130,544	9·03	10,238	57,263	5·59
1902	14,603	138,939	9·45	7,719	50,178	6·50
1903	13,933	127,713	9·17	8,637	59,604	6·90
1904	15,244	134,033	8·79	7,494	49,911	6·66
1905	13,669	125,486	9·18	8,100	55,767	6·88
1906	17,525	169,990	9·70	10,681	65,349	6·12
1907	18,960	212,491	11·21	10,273	80,139	7·80
1908	19,408	224,824	11·58	7,086	96,600	10·81
1909	26,504	222,812	8·41	14,677	156,644	16·72
1910	22,087	187,064	8·47	12,478	110,071	8·90
1911	33,893	365,820	10·79	13,162	120·585	9·16

La table suivante montrant l'importation de l'acide sulfurique en Canada depuis 1885, a été compilée au moyen des rapports du Département des Douanes

TABLEAU VIII.

Acide sulfurique entré pour la consommation dans le pays, 1885-1912.

Exercice Financier finissant le 31 mars	Quantité en livres	Valeur $	Exercice Financier.	Quantité en livres.	Valeur $
1885	774.764	1.791	1899	165.637	2.427
1886	507.927	7.930	1900	740.858	7.066
1887	678.603	8.468	1901	448.608	5.272
1888	2,494.648	35.415	1902	420.731	4.626
1889	181.652	2.[illegible]	1903	102.314	2.332
1890	211.871	2,927	1904	113.407	2.563
1891	177.627	2.466	1905	920.804	8.227
1892	222.623	2.837	1906	(a) 822.585	8.588
1893	172.422	2.367	1907	(b) 733.151	6.901
1894	107.520	1.648	1908	(c) 650.095	7.582
1895	174.605	2.481	1909	241.388	3.298
1896	114.137	1.430	1910	914.058	8.466
1897	977.446	8.033	1911	2.486.992	21.855
1898	665.344	5.536	1912	1.615.180	15.027

(a) Pour 12 mois finissant [illegible]
(b) Pour 9 mois finissant 31 mars.
(c) Pour 12 mois finissant 31 mars

Le principal marché étranger pour les pyrites canadiennes est les Etats-Unis. Les tableaux qui suivent montrent la production des Etats Unis et leur consommation tant en pyrites qu'en soufre.[1]

[1] Ressources minérales des Etats Unis 1910, Part II, pp. 795-798. De même, chapitre [illegible]fre et Pyrites, des Ressources Minérales de 1911

TABLEAU IX

Production de Pyrites des Etats-Unis, 1882-1911.

Année.	Quantité en tonnes de 2,240 liv.	Valeur.	Année.	Quantité en tonnes de 2,240 liv.	Valeur.
1882	12.000	72.000	1897	143.201	391.541
1883	25.000	137.500	1898	193.364	593.801
1884	35.000	175.000	1899	174.734	543.249
1885	49.000	220.500	1900	204.615	749.991
1886	55.000	220.000	1901	(a) 241.691	1.257.879
1887	52.000	210.000	1902	(a) 207.874	947.089
1888	54.331	167.658	1903	(a) 233.127	1.109.818
1889	93.705	202.119	1904	207.081	814.808
1890	99.854	773.745	1905	253.000	938.492
1891	106.536	348.880	1906	261.422	931.305
1892	109.788	305.191	1907	247.387	794.049
1893	75.777	256.552	1908	222.[illegible]98	857.113
1894	105.940	363.131	1909	247.070	1.028.157
1895	99.549	322.[illegible]5	1910	241.[illegible]	977.978
1896	115.483	320.163	1911	299.904	1.162.261

(a) Comprend production du soufre natif.

TABLEAU X

Production de soufre aux Etats-Unis, 1880-1911.

Année.	Quantité en tonnes de 2,240 liv.	Valeur.	Année.	Quantité en tonnes de 2,240 liv.	Valeur.
1880	536	21.000	1896	4.696	87.200
1881	536	21.000	1897	[illegible]	45.590
1882	536	21.000	1898	[illegible]	92.960
1883	893	27.000	1899	313	107.500
1884	446	12.000	1900	3.147	88.100
1885	638	17.875	1901	241.691	1.257.879
1886	32	75.000	1902	207.874	947.089
1887	2.679	100.000	1903	233.127	1.109.818
1888			1904	127.[illegible]92	2.663.760
1889	40	7.850	1905	181.677	3.706.560
1890			1906	294.153	5.096.678
1891	071	39.600	1907	293.106	5.142.850
1892	[illegible]100	80.640	1908	369.444	6.668.215
1893	071	42.000	1909	239.312	4.432.066
1894	146	20.000	1910	255.534	4.605.112
1895	1.607	42.000	1911	265.664	4.787.049

(a) Comprend production des pyrites.

TABLEAU XI.

Soufre importé et entré pour la consommation aux Etats-Unis pendant l'année civil 1906-1911, par espèces, en grosses tonnes.

Année.	Brut.		Flowers of sulphur.		Refined.		All other.[1]		Total.
	Quantité	Valeur. $	Quantité.	Valeur. $	Quantité.	Valeur. $	Quantité.	Valeur. $	Valeur. $
1906	72.404	1.282.873	1.100	29.565	709	17.918	28	3.224	1.333.580
1907	20.399	355.944	1.458	41.216	606	14.589	60	8.426	420.175
1908	19.620	318.577	793	22.562	693	17.227	30	4.013	362.379
1909	28.800	492.962	770	23.084	966	26.021	53	7.565	549.632
1910	28.656	496.073	1.024	30.180	1.106	25.869	47	6.489	558.611
1911	24.200	434.796	3.891	83.491	985	24.906	68	9.643	552.836

[1] Comprend le soufre et autres espèces non estimées, sauf la pyrite.

TABLEAU XII.

Compte-rendu, par Comtés et par districts douaniers, montrant les importations aux Etats-Unis du soufre brut, ou de brimstone, chaque année civile depuis 1908 à 1911, en grosse tonnes.

Contrées d'où on a exporté et districts douaniers à travers lesquels on a importé.	1908		1909		1910		1911	
Contrée.	Quantité.	Valeur. $	Quantité.	Valeur. $	Quantité.	Valeur. $	Quantité.	Valeur. $
Canada	26	485	297	7,235	5	160	.....	.....
Royaume-Unis	.....	13	2	58	7	199	11	248
Italie	12,950	197,203	10,369	194,834	10,704	201,993	8,031	156,157
Japon	7,055	119,457	15,800	250,639	17,377	283,232	16,185	279,991
Autres Contrées	87	1,419	446	6,188	554	10,404	23	329
	20,118	318,577	26,914	458,954	28,647	495,988	24,250	436,725
District douanier								
Baltimore, Md	.....	.....	5,586	105,436	4,312	80,756	1,500	28,209
Boston et Charlestown, Mass	1	18	.....	.....	5	121	20	480
New York, N.Y	7,366	114,939	4,601	85,059	6,817	128,794	6,531	127,948
Los Angeles, Cal	.....	.....	608	9,711	754	12,424	700	11,330
San Francisco, Cal	10,231	157,847	10,132	158,588	7,310	116,595	9,664	85,928
Willamette, Oregon	1,978	35,691	4,342	68,780	7,623	124,643	4,661	19,274
Hawaii					1,200	21,160	1,100	161,720
Autres	542	10,082	1,645	31,380	626	11,495	74	1,836
	20,118	318,577	26,914	458,954	28,647	495,988	24,250	436,725

TABLEAU XIII.

Consommation de soufre aux Etats-Unis.

	Source	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910
Soufre:	Production domestique	35.098	193.492	215.000	294.000	307.806	307.761	303,000	300,000
	Importation	190.931	130.421	84.579	64.646	20.318	20.118	26.914	26,647
	Total	226.029	323.913	299.579	358.646	328.124	327.879	329.914	328.647
	Exportation	967	2.493	1.713	1[illegible].419	35.925	27.894	37.152	30.742
	Consommation	225.062	321.420	297.866	344.227	292.199	299.985	292.762	297.905
(a)	Teneur en soufre	220.560	314.992	291.909	337.342	286.355	293.985	286.906	291.905
Pyrites:	Production domestique	199.387	173.221	224.980	225.045	261.871	206.471	210.000	200,000
	Importation	427.319	413.585	515.722	533.346	627.985	668.115	692.385	806.590
	Total	626.706	586.806	740.702	758.391	889.856	874.587	902.385	1.006.590
	Exportation	1.330							
	Consommation	625.376	586.806	740.702	758.391	889.856	874.587	902.385	1,006.590
(b)	Soufre au pays	87.730	76.217	98.991	99.020	115.223	90.847	92.400	88.000
(c)	Soufre à l'étranger	200.215	194.385	242.389	250.673	295.153	314.015	325.420	379.097
Teneur totale en soufre		287.945	270.602	341.380	349.693	410.376	404.862	417.820	467,097
Grand total de la consommation en soufre		508.505	585.594	633,289	687.035	(d)696.731	(d)698.847	704.726	759.002

(a) Comprend le soufre brut et raffiné. La teneur en soufre dans le soufre brut est supposée 98%.

(b) Supposée 44 pour cent.

(c) Supposée 47 pour cent.

(d) Ce chiffre représente un excès de la vraie consommation parce qu'un fort percentage du rendement domestique a été emmagasinée.

Le prix du marché des pyrites aux Etats-Unis est pratiquement contrôlé par le prix des pyrites espagnoles. La table suivante du Mineral Industry 1910[1], montre les exportations des pyrites hispano—portugaises aux Etats-Unis depuis 1905.

TABLEAU XIV.

Importations de Pyrites espagnoles aux Etats-Unis.

Année.	Quantité (2,240 liv. à la tonne.)	Valeur.	Valeur Moyenne par tonne.
1905...	477,171	1,694,562	3·55
1906...	558,129	1,954,517	3·50
1907...	628,625	2,492,608	3·96
1908...	713,788	2,687,626	3,76
1909...	661,269	2,462,213	3·72
1910...	729,502	2,626,705	3·60

La production mondiale des pyrites et du soufre depuis 1896 est montrée dans les deux tables suivantes empruntées au " Mineral Industry " 1910.

[1] Page 627.
[2] Page 626 et 621.

TABLEAU XV.

Production mondiale des Pyrites.

Année.	Belgique.	Bosnie.	Canada.	Angleterre.	France.	Allemagne.	Hongrie.	Italie. (a)
1896	2.560	.....	30.580	10.177	282.064	129.168	52.697	45.728
1897	1.828	.....	35.291	10.752	303.488	133.302	44.454	58.320
1898	147	3.670	29.223	12.302	310.972	136.849	58.079	67.191
1899	283	.	25.112	12.426	318.832	144.623	79.519	76.538
1900	400	1.700	36.308	12.484	305.073	169.447	87.000	71.616
1901	560	4.570	31.982	10.405	307.447	157.433	93.907	89.376
1902	710	5.170	32.304	9.315	318.235	165.225	106.490	93.177
1903	720	6.589	30.822	9.794	322.118	170.867	96.619	101.455
1904	1.075	10.421	29.980	10.452	271.544	174.782	97.148	112.004
1905	976	19.045	29.713	12.381	267.114	185.368	106.848	117.667
1906	908	13.474	35.927	11.318	265.261	196.971	112.623	122.364
1907	397	3.671	35.494	10.357	283.000	196.320	99.503	126.925
1908	357	5.000	42.934	9.599	284.717	219.455	95.824	131.721
1909	214	(b)	58.645	8.564	273.221	198.688	(b)	149.084
1910	213	.....	50.735	10.393		215.708		

[1] La tonne métrique pèse 2,204·6 livres.

TABLEAU XVI.

Production mondiale de soufre.

Année	Autriche (b) (c)	Chili.	France (g)	Allemagne.	Grèce.	Italie. (b)	Japon.	Espagne.	Etats-Unis.	Total
1895	932		4.215	2,061	1,480	370.766	15.557	2,231	1.676	398,916
1896	781	940	9.720	2,263	1.540	426.353	12.540	1.800	3,861	459,798
1897	642	664	10.723	2.317	358	496,658	12.013	(b) 3,500	1.717	528,592
1898	589	1.256	9.818	1.954	135	502.351	10.339	3.100	2.770	532,312
1899	671	989	11.744	1.663	1,150	563,697	10.241	1,100	1.590	592,290
1900	985	2.472	11.551	1.445	891	544.119	14.439	750	4.630	581,282
1901	5.048	2.516	6.836	963	2.336	563.096	16.548	610	6.977	604.930
1902	3.826	2.636	8.021	487	1.391	510.333	18,287	450	7,565	552,996
1903	4 610	3.560	7.375	219	1.266	553.751	22,914	1,680	35,660	631,035
1904	6.410	3 594	5.447	209	1.225	527,563	25.587	605	196.588	767.249
1905	8.542	3.470	4.637	205	1.126	568.927	24.652	610	218.440	830,609
1906	15.258	4.598	2.713	178	(d) 1,000	499,814	27.589	700	298,704	845,956
1907	24.190	2.905	2.030	176	(d) 1.000	426,972	33.329	3.612	312.731	801.911
1908	17,429	2.705	2.189	111	(d) 1,000	455.312	33.419	13.872	312,700	829,437
1909	12,725	4.508	2.900	1,185	(d) 1.000	435.060	35,480	21.750	303,000	817,608
1910	(c)	(c)	(c)	1.272	(d) 1,000	395.836	(c)	(c)	300,000	.....

(a) Tirée des rapports officiels des gouvernements respectifs. Ceci ne comprend pas les 2000 et 3000 tonnes annuelles recupérées comme sous-produit par le procédé Chance-Claus dans le Royaume Uni.

(b) Mineral brut, calcaire imprégné de soufre.

(c) Non encore publié.

(d) Estimé.

(e) Comprend la Hongrie dans une telle production.

(f) La tonne métrique pèse 2,204·6 livres.

TABLEAU XVI. (*Suite.*)

Année.	Japon.	Terre-neuve.	Norvège. (c)	Portugal. (c)	Russie.	Espagne.	Suède.	Etats-Unis.	Total.
1896....	(b)	27.267	60.507	207.440	11.550	100.000	1,009	111.031	1,071,778
1897	7.626	32.790	94.484	276.738	19.380	100.000	517	133.502	11.252.472
1898.	8.726	32.335	89.763	302.686	24.570	70.265	386	194.219	1,341.383
1899.	8.376	26.154	95.636	347.234	23.250	107,386	150	181.263	1,446.782
1900.	16.166	Nil.	98.945	402.870	23.154	34,638	179	204.538	1,464.512
1901.	17.589	7,532	101.894	443.397	30,732	33.953	Nil.	238.582	1.568.999
1902. ..	18.580	26.000	121.247	413.714	26.465	145.173	Nil.	231.849	1.713.654
1903.. ..	16.149	42.674	129.939	376.177	22,780	155.739	7,793	202.577	1,692.812
1904. ..	24.886	61.166	133.603	383.581	31.667	161,841	15.957	175.992	1.696.099
1905...	25.569	51.534	162.012	352.479	30,689	179.079	20,762	228.580	1.789.816
1906..	36.038	28.583	197.386	350.746	20.660	189.243	21,872	228.646	1,832.475
1907...	56.166	28.000	236.038	365.164	18.316	225.830	27,000	266.061	1,978.242
1908. .	33.867	(b)	269.129	105.939	56.345	263.457	29.569	209.774	(d) 1,757.687
1909.	27.066	.....	(b)	(b)	(b)	236.000	16,104	213.371	. .
1910... .	.....	.....	.....	.....	..	.. .	..	203.200	.

(a) En partie cuprifère.
(b) Les rapports ne sont pas encore en circulation.
(c) Y compris les pyrites de fer et de cuivre.
(d) Ne comprenant pas Terreneuve.

CHAPITRE IV.

GISEMENTS DE PYRITE.

Gisements au Canada.

APERCU GÉNÉRAL

Les notes qui suivent sur les gisements connus de pyrite au Canada ont été empruntées à différentes sources et principalement, cependant, aux rapports publiés par les Départements des Mines, fédéral et provinciaux. Personnellement l'auteur a pu visiter tous les gisements dont il fait mention dans les provinces Maritimes et dans Québec, à l'exception de deux. Dans Ontario, il a visité quatre des mines les plus productives et aussi un grand nombre de gisements au commencement de leur exploitation; quand la chose a été possible, il s'est efforcé d'obtenir les renseignements les plus récents des propriétaires et des exploitants. Il a de même visité les deux gisements de la Colombie anglaise dont il est fait mention.

Pour la prospection des pyrites c'est dans l'Ontario que l'on fait le plus d'ouvrage. En 1906 Mr. E. L. Fraleck a été chargé par le département des mines d'Ontario de préparer un rapport spécial sur les pyrites d'Ontario. Ce rapport le seul dans son genre qui traite des gisements de pyrites au Canada, est maintenant épuisé et il est difficile de s'en prcurer un exemplaire. Les renseignements que contient le rapport de Mr. Fraleck sont cependant les meilleurs que nous puissions avoir sur un grand nombre de gisements d'Ontario, qui pourront prendre de la valeur dans l'avenir si la demande des pyrites augmente. L'auteur a donc puisé largement dans le rapport de Mr. Fraleck.

Quand il y eut possibilité, l'auteur a ajouté des notes additionnelles pour mettre le renseignement à date. La partie du rapport ayant trait à l'Ontario a été soumise au Département des Mines d'Ontario pour révision et correction.

Les données relatives à la Colombie anglaise ont été obtenues du Département des Mines de cette province et d'autres sources.

PYRITES DANS LES PROVINCES MARITIMES

Les rapports provinciaux et ceux de la Commission géologique du Canada mentionnent plusieurs gisemeuts du minéral pyrite dans différentes localités des provinces de la Nouvelle-Ecosse et du Nouveau Brunswick. L'auteur n'a pu trouver aucun compte rendu sur l'exploitation minière des pyrites sur une échelle commerciale dans ces provinces. Dans

quelques cas on avait expédié des échantillons, mais ceci avait eu lieu il y a un grand nombre d'années et le minerai n'avait été estimé que pour sa teneur en cuivre.

Les gisements de pyrites de la Nouvelle-Ecosse, de l'opinion de l'auteur ne sont pas assez considérables pour avoir une importance commerciale.

Dans la province du Nouveau-Brunswick dans les paroisses de Ste-Etienne et de St. David, on trouve de la pyrite et de la pyrrhotine en plusieurs endroits. On ne peut se procurer aucune description détaillée de ces gisements. Le Dr. Matthew dans son rapport de 1876 sur le district, prévoyait qu'ils auront une importance commerciale dans le futur, ce qui a été affirmé à l'auteur par un résident de St-Etienne. Il faudrait faire un travail d'exploration pour s'assurer si ces dépots ont une valeur commerciale. .

En visitant quelques supposés gisements de minerai de cuivre au Nouveau-Brunswick, l'auteur apprit qu'il y avait un grand dépot de pyrite sur la rive nord-ouest de la ravière Miramichi, en amont de Red Bank, mais en s'enquérant directement aux propriétaires légaux il en vint à la conclusion que le renseignement était faux.

Comme conclusion on peut dire que géologiquement parlant on peut s'attendre à trouver des gisements de pyrites dans certaines localités de ces provinces, puisque les conditions sont très semblables à celles qui existent à Terreneuve et dans plusieurs états du sud où on exploite ce minerai. Une grande partie du pays est difficile à prospecter à cause de l'épais manteau de matériaux détritiques et de plus on connait si peu cette région, qu'il est difficile de nier l'existence de tels gisements. Le plus qu'on peut dire c'est qu'à présent on n'a trouvé aucun gisement qui soit suffisamment exploité pour permettre n'affirmer que l'on peut obtenir de la pyrite sur une échelle commerciale.

PYRITE DE QUÉBEC

Les gisements de pyrite de la province de Québec ont été jusqu'à ces dernières années les plus importants que l'on connût au Canada.

Plusieurs de ces amas de minerais qui ont été exploités pour pyrite ont été découverts durant la décade 1860 70. Les premiers gisements avaient été exploités pour or; subséquemment on s'aperçut que le minerai contenait beaucoup de cuivre et on le traita pour ce métal; enfin un peu plus tard on s'aperçut de leur forte teneur en soufre qui les rendait propre à la fabrication de l'acide' La production totale de la province de Québec durant les 35 dernières années a probablement dépassé un million de tonnes de minerai contenant 40% ou plus de soufre.[1]

A l'heure actuelle il n'y a que deux propriétés en opération. Ce sont la mine Eustie, autrefois la mine Crown, située à environ 7 milles au sud de Sherbroole et la mine McDonald située à environ 7 milles de

[1] Il n'existe pas de statistiques exactes.

la gare de Weedon sur le chemin de fer Quebec Central. La propriété adjacente à la mine Eustis, les mines de Capelton de la Nicolas Chemical Company, a été en opération entre les années 1863 et 1908. En plus on a exploité une quantité considérable de pyrite à la mine Howard, autrefois la mine Cillis et à Moulton Hill au nord-est de Sherbrooke. On connait des dépots importants de pyrite à la mine King, adjacente à la mine Howard, et sur une propriété près du lac Coulombre au nord de la gare de Garthby sur le chemin de fer Quebec Central. Ces gisements sont décrits brièvement dans les paragraphes qui suivent.

On a signalé l'existence des sulfures de cuivre et de pyrite dans un grand nombre de localités de la province de Québec. Ce fut toujours dans le but de découvrir des mines d'or ou de cuivre qu'on a fait des travaux d'exploitation. Cette sorte de gisements est particulièrement nombreuse dans la ceinture de roches ignées altérées qui se dirige vers le sud-ouest à partir de la ville de Sherbrooke. La région 10 milles au nord-est de Sherbrooke et 10 milles au sud-est de la même ville mérite d'être explorée soigneusement, spécialement aux environs des vieux commencements d'exploitation. Comme les renseignements que nous tenons sur ces vieilles exploitations ont surtout rapport aux possibilités qu'elles présentent comme sources de minerais de cuivre, nous en donnerons des descriptions détaillées dans le rapport sur les ressources en cuivre du Canada.

On trouve des pyrites cuprifères sur presque chaque lot des rangs 8 et 9 du canton d'Ascot au sud de Sherbrooke. On trouve encore quelques petits gisements sur le rang 11 et un peu partout dans les autres rangs.

Mine Eustis.—Cette propriété est située sur les lots 2 et 3, concession IX, canton d'Ascot, à environ 7 milles au sud de la ville de Sherbrooke. Les propriétaires sont la Eustis Mining Co.,[1] et ce sont eux qui l'exploitent.

Elle fut découverte d'abord vers 1865 sur le lot 4 du rang 9. On suivit l'amas à partir de l'affleurement et on s'aperçut que le massif de minerai principal se trouvait sur le lot au sud. Le massif de minerai consiste en une série de lentilles de sulfure, ayant un pendage approximatif de 35° vers le sud-est. Le fond du puits à l'heure actuelle est à environ 3,200 pieds en-dessous des anciennes veines. La plus grande des lentilles avait jusque 800 pieds de longueur le long du pendage; la largeur horizontale, parallèle à la direction du plissement varie jusqu'à environ 250 pieds, tandis que l'épaisseur varie depuis quelques pouces jusqu'à plus de 70 pieds dans les points les plus épais. Les autres lentilles avaient la même forme générale, mais étaient un peu plus petites.

Le rendement total de la mine, depuis qu'elle est ouverte, dépasse probablement un demi-million de tonnes de minerai. A l'heure actuelle le travail de développement est bien en avant de l'exploitation et on dit qu'il y a du minerai prêt à être abattu pour une durée de 2 ans. Le minerai

[1] Bureau principal, Boston, Mass. P. O. Box 1422.

consiste en pyrite particulièrement pure associée à de la chalcopyrite. Le minerai expédié contient en moyenne de 40 à 45% de soufre, quoique quelques morceaux puissent contenir jusqu'à 50% de soufre. Il contient généralement moins de 2% de cu vre et très peu d'or et d'argent. On dit que le minerai de la partie supérieure de la mine contenait un plus fort pourcentage en cuivre. Le minerai ne contient pas d'arsénic et est excellent pour la fabrication de l'acide. On dit que le minerai de cette mine fut le premier employé à la fabrication de l'acide sulfurique en Amérique. Il est probable qu'on le trouvera très propre à la fabrication de la pulpe au sulfite.

La mine marche à l'électricité dont le pouvoir est prise sur la rivière Coaticook. Il y a aussi une installation auxiliaire à vapeur pour marcher à basses eaux.

Il y a un moulin de triage sur les lieux capable de traiter environ cent tonnes de minerai par jour. Le diagramme d'écoulement du moulin est donné à la page suivante de ce rapport.

Les terrils de déchets accumulés durant les commencements d'exploitation contiennent du bon minerai. On en fait actuellement le triage et les concentrés sont envoyés au moulin pour être traités.

L'usine à produit chimiques de Capelton utilise une petite partie du minerai de la mine Eustis, la majeure partie du minerai est expédiée hors du Canada dans différentes usines chimiques des Etats-Unis. Au smelter de Norfolk, Virginie, qui appartient aux principaux actionnaires de la compagnie Eustis, on extrait le cuivre et les autres valeurs du minerai.

Mine McDonald. — Cette propriété est situé sur le lot 22, rang I canton de Weedon, à environ 7 milles au sud-est de la gare de Weedon sur le chemin de fer Quebec Central.

Le travail d'exploration a commencé en été 1909 par le creusage de petits puits de prospection. Le travail préliminaire a montré l'existence d'un massif de minerai important, on commença alors les travaux sur une plus grande échelle et on creusa ce qu'on appelle aujourd'hui le puits No. 1. Ces deux dernières années on a développé et exploré d'une manière systématique, et on a extrait et expédié un tonnage considérable de minerai contenant 5% de cuivre en outre de sa teneur en soufre.

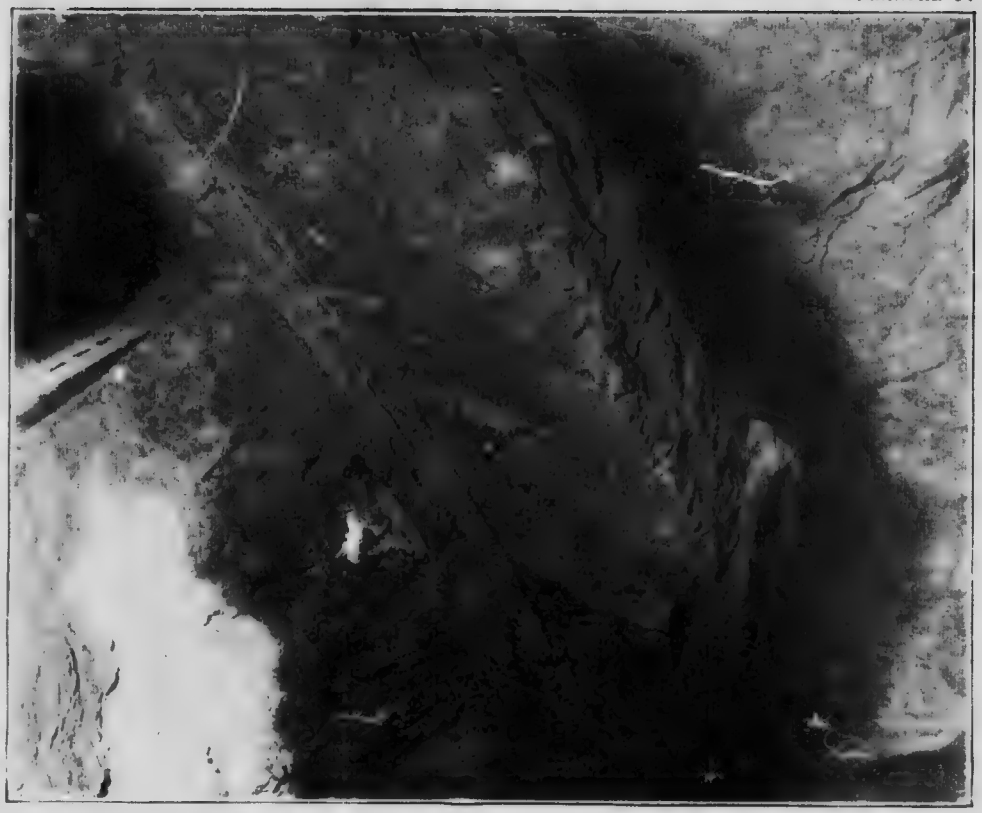
Il y a maintenant 2 puits sur la propriété, le No. 1, ayant une profondeur de 110 pieds, et le No. 2, avec une profondeur de 260 pieds, au mois de janvier 1912. La longueur totale des galeries, en janvier 1912, était de 900 pieds, le tout dans le massif du minerai. Le travail de développement a décelé la présence d'un massif de minerai s'étendant jusqu'à une profondeur de 300 pieds et ayant une longueur de 530 pieds en direction. Le développement est encore poussé de l'avant, l'enfoncement se faisant à raison d'environ 35 pieds par mois, tandis que le creusage atteint 100 pieds par mois.

La mine possède une installation avec bouilloire ayant une capacité de 200 chevaux vapeurs. Le compresseur à air peur fournir 600 pieds cubes d'air à la minute. En plus chaque puits est muni d'ascenseur, celui du puits No. 2 ayant une puissance de 20 chevaux vapeurs.

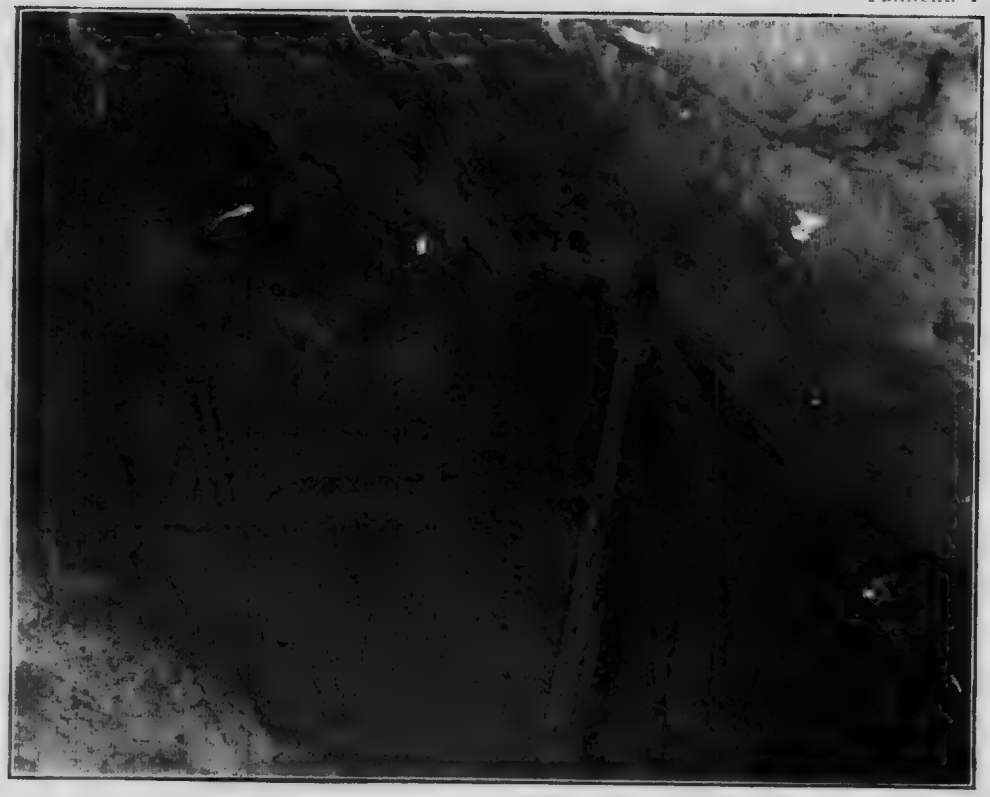
Mine d'Eustis. Vue de la halde et de la voie ferré vers la mine.

PLANCHE III

Moulin d'Eustis. Quai de chargement et tas de minerai fin.



Mine d'Eustis. Côté est d'un chantier d'abatage vide.



Moulin d'Eustis. Minerai à exploiter, chantier d'abatage principal près du niveau 21.

On est maintenant en train d'installer une ligne de tramway aérien pour transporter le minerai de la mine aux wagonnets de chargements au chemin de fer.

A présent la plus grande partie du minerai est expédiée aux usines de la Nichols Chemical Co., à Capelton. On a fait des expéditions de moindre valeur à différents points des Etats Unis.

La mine est sous le controle de la East Canada Smelting Co., Ltd.[1]

Mines de Capelton.—Le groupe de mines que l'on peut appeler collectivement les mines de Capelton sont situées sur les lots 3 et 4 rang VIII, canton d'Ascot. A l'origine il y avait la mine Albert sur le lot 3 rang VIII et la mine Capel sur le ¼ sud-est du lot rang VIII. A ce groupe on peut ajouter l'ancienne mine Crown sur le lot 4 rang IX. Comme il a été indiqué à propos de la mine Eustis, le massif de minerai, découvert d'abord sur la propriété de la mine Crown s'étend au-delà de la frontière vers le sud-est et c'est sur ce massif de minerai que la compagnie Eustis travaille.

Les premières découvertes furent faites sur les propriétés de Capelton vers 1863. On les travailla d'abord pour or, mais dans la suite on découvrit que le minerai contenait une quantité considérable de pyrites de cuivre. Dans les commencements on essaya sans succès à retirer le cuivre par le procédé Henderson mais on dut fermer les mines. Dans la suite ces mines passèrent sous le controle de G. H. Nichols & Co. Cette compagnie expédia d'abord la plus grande partie du minerai aux usines d'acide sulfurique pr's de New-York. Plus tard on établit des usines à acide à Capelton et enfin un petit smelter pour traiter les minerais les plus riches en cuivre.

Les mines furent en opération d'une manière pratiquement continue pendant environ 30 ans, et furent finalement fermés en 1908, le puits le plus profond ayant atteint une profondeur d'environ 1,800 pieds.

Il y a sur la propriété plusieurs massifs de minerai ayant une direction approximative nord-est et une inclinaison vers le sud-est. Ces massifs ont des dimensions variables; en général la forme semble lenticulaire. La largeur de ces massifs varie considérablement depuis des amas de 50 pieds de dimension transversale jusqu'à des amas de veines étroites. Une grande partie du minerai contient plus de 5% de cuivre et on a même rencontré un massif de dimensions considérables qui portait plus de 15% de cuivre.

Les dépôts de Capelton sont sans doute associés aux grands dépots de pyrites cuprifères de la mine Eustis. Cependant il semble que la teneur en cuivre y ait été plus forte et que leur distribution ait été plus irrégulière.

Les massifs de minerai semblent avoir été épuisés et on ferma la mine en 1908. On dit que la fermeture de la mine a eu pour cause la difficulté

[1] Président, Chas. E. Force, 49 Wall St., New York.

de se débarasser de l'eau. On a enlevé depuis une grande partie de l'installation.

Mine Howard.—Cette mine est située sur le lot 5 rang XI, canton d'Ascot. Cette propriété connue autrefois sous le nom de Cillis, a été reprise par la même compagnie[1] qui a exploité la mine Moulton Hill et à la même date. Le massif du minerai était exploité par un puits unique d'où on envoyait des galeries dans le sens de la direction. On sait que l'exploitation a suivi le minerai jusqu'à une profondeur de 200 pieds. On ne connait aucune donnée pour nous renseigner sur la profondeur maximum où l'on a poussé l'exploration. On a cessé l'exploitation quand le minerai a traversé la frontière entre la propriété voisine, connue sous le nom de Mine King.

Le minerai semble être de la pyrite pure portant un faible pourcentage de cuivre. Aucun compte-rendu ne peut nous renseigner sur la quantité de minerai expédié. L'expérience obtenue aux mines de Capelton et de Eustis suggérerait la possibilité de l'existence d'autres lentilles de minerai en-dessous du massif que l'on a exploité.

Mine Moulton Hill.—Cette mine est située sur les lots 23 et 24, rang III, canton d'Ascot. Le pays environnant est couvert de terre végétale et la prospection doit être faite au moyen de la perforatrice mécanique. On dit que la première découverte a été faite en déracinant un arbre. La roche du pays est un schiste à séricite portant des veines et filaments de quartz avec beaucoup de pyrite. Le massif de minerai qui a une direction à peu près parallèle à celle de la structure des roches pend dans une direction sud-est à un agle d'environ 50°. On rapporte que l'épaisseur à la surface était de 4 à 6 pieds. A une profondeur de 70 pieds on dit que l'épaisseur était près de 50 pieds. L'exploitation minière semble avoir été faite au moyen d'un puits de 6×15 pieds de section à 3 compartiments, incliné parallèlement au pendage du massif de minerai. Il y a aussi un petit puits vertical sur la propriété. La mine est remplie d'eau et on ne peut obtenir aucune donnée relative au travail fait sous terre.

Le minerai était apparamment un mélange de pyrite et de chalcopyrite avec prédominance de la première.

Les opérations minières étaient sous le contrôle de la même compagnie des Etats-Unis qui controlait celles de la mine Howard, et le minerai était expédié aux usines des Etats-Unis.

On rapporte que durant la dernière année de son opération la production a atteint 1,000 tonnes par mois. Ce sont toutes les données que l'on peut se procurer.

Mine Garthby. Le chemin qui va vers le nord-est à partir de la gare de Garthby sur le Quebec Central, passe directement au-dessus d'une lentille de pyrite sur les lots 22 rang I au nord et au sud du canton de Garthby. Il y a des puits de prospection de chaque coté du chemin, à environ 5 milles du chemin de fer, et à quelques centaines de verges

[1] Grasselli Chemical Company de Cleveland.

Mine de Capel. Chevalement du puits, haldes et tailings.

du lac Coulombre. A l'heure actuelle les puits sont remplis d'eau et on ne peut obtenir que peu de renseignements sur la nature des dépots de minerai. Les vieux travaux semblent avoir été faits dans le minerai surtout et il y a une petite quantité de pyrite presque pure entassée le long du chemin. Ce minerai semble de bonne qualité. Voici l'analyse d'un échantillon: [1]

Al_2O_3	0·24%
CaO	0·20
MgO	0·30
Cu	0·36
S	45·32
Fe	40·45
Insoluble	11·00

Les environs sont couverts de terre végétable et de bois. On ne peut pas juger des dimensions du massif de minerai par l'affleurement superficiel. On ne peut se procurer aucun compte-rendu relatif aux anciennes opérations minières.

Mine King.—Cette propriété est situé sur le lot 4 rang XI, canton d'Ascot. La propriété appartient à Mr. A. O. Norton, Coaticook, Québec, qui en a conduit l'exploitation pendant plusieurs années. Le travail a cessé en 1910 et depuis les travaux se sont remplis d'eau.

Le massif que l'on exploitait à la mine Howard s'étendait jusque dans cette propriété. On l'a exploité au moyen d'un plan incliné et des galeries latérales le long du minerai. On n'en a expédié qu'une très petite partie. Certaines portions du minerai sont riches en cuivre, l'analyse donnant jusqu'à 12%, et la propriété a été exploitée plutôt comme un gisement de cuivreque comme une source de pyrite. On a préparé une petite quantité de pyrite assez cuivreuse, prête à être sortie de la mine.

Comme dans la mine Howard, la découverte, les dimensions et la nature des lentilles nous font croire qu'il serait profitable de rechercher la présence d'autres lentilles en profondeur en-dessous de celle qui a été exploitée. On ne pourrait cependant pas dire sur quelle propriété ces nouvelles lentilles se trouveront. On a trouvé des lentilles semblables à la mine Eustis à une profondeur de plus de 3,000 pieds, et aux mines de Capelton à une profondeur de plus de 1,800 pieds; ces mines ne sont qu'à quelques milles de distance de celle-ci.

Mine Victoria. On connaissait depuis longtemps la présence de la pyrite sur le ¼ nord-est du lot 4, rang VIII, canton d'Ascot. C'est la propriété immédiatement adjacente à celle des mines de Capelton vers l'est. On n'a fait que peu de prospection à la surface et l'existence d'un massif de minerai de valeur est problématique. Cette propriété se trouve juste dans la direction de la zone productrice des mines Eustis et Capelton, et il semblerait que c'est un endroit favorable à la prospection.

[1] H. A. Leverin, analyste.

Autres mines.—On rapporte que de la pyrite contenant du cuivre a été exploitée sur les propriétés suivantes dans le canton d'Ascot.

Mine Clark, lot 11, rang VII.

Mine Sherbrooke, lot 12, rang VII.

Mine Hepburn, lot 7, rang IX.

Mine Sheffield, lot 3, rang XI.

On a aussi exploité du minerai de cuivre en petites quantités sur plusieurs autres propriétés du canton d'Ascot. On ne connaît aucun compte-rendu relatif à la teneur en soufre de ces minerais. On connaît très peu sur ces propriétés et on ne peut obtenir aucun renseignement sur la valeur de ces propriétés par une inspection à la surface, et leur valeur comme mine de pyrites est problématique. Pour cette raison nous réservons les données que nous avons pour le rapport sur les ressources en cuivre du Canada.

PYRITES DANS L'ONTARIO

District de Brockville

En 1868 John Cowan et J. B. I. Robertson commencèrent à exploiter la pyrite sur le lot 19, concession II, canton d'Elizabethtown, comté de Leeds. La pyrite se trouvait en une série de lentilles, en conformité avec le laminage d'un gneiss granitique rose fortement feuilleté. Il s'était produit probablement par plissement, une série de cavités irrégulières où s'étaient déposé de la pyrite et de la calcite en bandes parallèles; l'exploitation minière consistait à arracher le minerai de ces poches, sans autre considération. On ne fit aucun boisage et quand le puits devenait dangereux en un endroit on y abandonnait le travail. Le puits principal fut creusé à une profondeur de 250 pieds. Le dépot avait une direction nord-est et un pendage sud-est. Les opérations minières cessèrent en 1879.

Le minerai de cette propriété servait à la fabrication de l'acide sulfurique à Brockville. Quand on eut fermé la mine on obtint de la pyrite de près de la jonction DeKalb dans le New-Hampshire. Dans un rapport de la Commission géologique du Canada[1] on décrit l'usine à acide comme suit:

La mine de la Brockville Chemical Co., dans le canton d'Elizabethtown, est fermée depuis 1879. Les usines chimiques sont cependant encore en opération. La compagnie s'approvisionne maintenant de minerai dans le New-Hampshire à raison d'un char par jour. Il y a 16 fours en opération, chacun ayant une capacité de 300 livres de minerai. On charge les fours à toutes les heures et on produit environ 85 dame-jeannes d'acide sulfurique par jour. Dand la distillerie il y a 24 cornues en verre reliées à des récipients en verre pour distiller l'acide brut. De plus

[1] C. G. C., 1883, partie J

on peut produire environ 15 dame-jeannes d'acide nitrique et d'acide chlorhydrique par jour. Dans ce cas on se sert de cornue en fonte et de reservoirs en terre. La compagnie employait 26 hommes.

Une partie de l'acide sulfurique est utilisée à une usine à engrais de Brockville. On fournit aussi de l'acide mélangé à deux usines à dynamite dans les environs. Une de ces usines fut installée par C. W. Volney, l'inventeur des poudres Volney, qui vendit son installation a un nommé Griffin; l'autre a été ouverte par Smith et Harrison. Toutes les opérations ont cessé en 1880 et aujourd'hui il ne reste plus aucun vestige de ces industries.

La cause du déclin et de l'oblitération de ces industries qui furent un jour florissantes, était le prix excessif de la matière première. En plus du coût de l'exploitation minière près de la jonction de DeKaib il faut ajouter le transport et le chargement au chemin de fer, le fret jusqu'à Ogdensburg, le déchargement, le rechargement dans les barges, le transport par eau, jusqu'à Brockville, le déchargement le rechargement sur vapeurs et transport à 3 milles jusqu'aux usines à acide. L'installation ne pourrait faire compétition en se servant ainsi de minerai importé et de l'opinion des hommes qui ont travaillé sur les vieux chantiers cette installation n'a pas donné plein rendement.

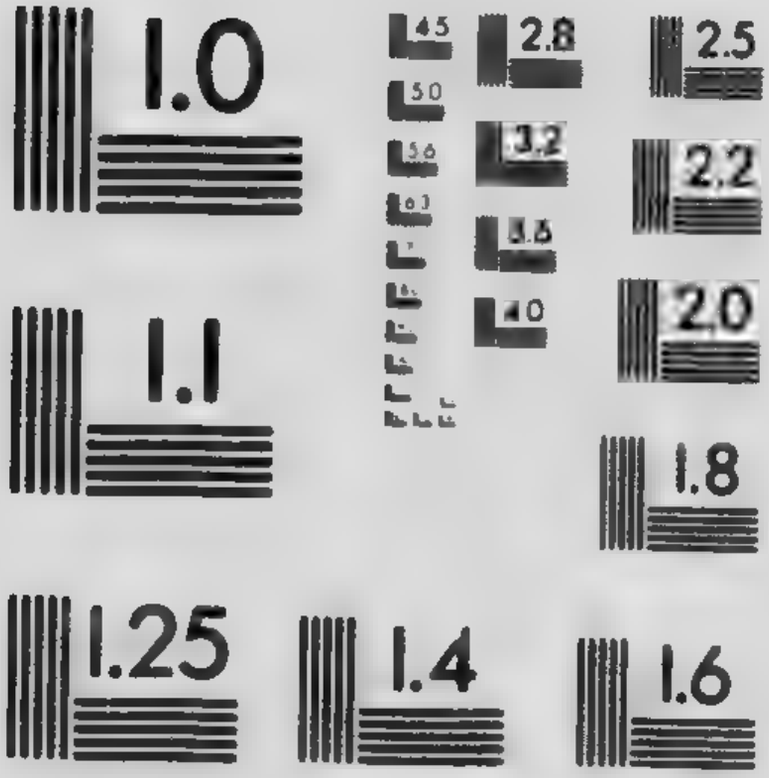
Mine Sloan.—Lot 18, concession II, canton Elizabethtown, voisin de la vieille mine Billings à l'est. Une bande de chapeau de fer a une direction nord-est le long du bord d'un marais. Sur ce dépot on a creusé un puits de 19·5 pieds de profondeur. Le chapeau de fer a de 6 à 8 pieds d'épaisseur. Le puits est au mur et pend d'une manière abrupte vers le sud-est. La sectiom transversale du puits est de 10′×10′ entièrement dans la veine. Il y a une largeur de 3 pieds de pyrite solide le long du mur, et le reste est formé de bandes alternatives de pyrite et de calcite cristallisée—que l'on nomme spath—environ moitié pyrite et moitié spath. La pyrite est de haute qualité n'ayant comme impureté que la calcite qui s'y mélange dans le cours de l'exploitation. La méthode d'exploitatoin consistait à perforer mécaniquement la pyrite et la calcite séparément à la miner et à la classer. Ces deux substances se séparent facilement l'une de l'autre par le choc. On expédia deux chars de minerai, 80 tonnes, à Buffalo et Capelton. Ce minerai donna 40′ ; de soufre.

La mine est située à une demi mille du chemin de fer de Brockville and Westport, et à 2 milles du fleuve St-Laurent.

Mine Shipman.—A environ 6 miles à l'ouest il y a un autre gisement de pyrite dans le gneiss. Le dépot est situé sur le flanc nord d'une colline rocheuse d'environ 60 pieds de hauteur. On a exploité la pyrite au moyen d'une excavation irrégulière de 40′ de longueur sur 30′ de largeur On a suivi quelques petits filaments en dehors de l'excavation ce qui à étendu les travaux de la surface sur une longueur de 100 pieds et d'une manière irrégulière. La pyrite est de haute qualité, mais beaucoup mélangée à la pyrrhotine et à de la roche stérile. La mine est située à un demi mille du chemin de fer du Grand Tronc et à un mille de fleuve St-Laurent

MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

(ANSI and ISO TEST CHART No. 2)



APPLIED IMAGE Inc

1653 East Main Street
Rochester, New York 14609 USA
(716) 482 0300 Phone
(716) 288 5989 - Fax

Mine McIlwraith.—Lot 5, rang IV, canton Darling, comté Lanark. La veine se dirige légèrement vers le nord-est le long d'un contact entre la diorite au sud et le calcaire cristallin au nord. Elle fut ouverte il y a quelques années par W. H. Wylie d'Almoste et Wm. Hall de Darling en prospectant pour l'or. Ils creusèrent un puits de 35 pieds de profondeur. La Nichols Chemical Company commença des opérations minières sous option en septembre 1899. On a approfondit le vieux puits à 75 pieds et au bas on creusa une galerie de 8 pieds vers l'est. On perça dans la direction de la veine un tunnel de 150′ de long ayant un abord extérieur de 50′. Ceci eut pour effet de mettre à nu une longueur de 90 pieds de minerai exploitable, une pyrite de haute qualité avec lentilles de quartz. Un travers banc de 12′ vers le sud destiné à recouper le massif en largeur n'atteignit pas son but. Les lentilles pendent vers le sud sous un angle de 60° et se dirigent vers l'est en s'éloignant du puits qui les traverse. On prétend qu'on les a rattrapées de nouveau par une galerie à niveau plus bas. On cessa de travailler à l'expiration de l'option, vers la fin d'avril 1900. On expédia trois chars de minerai. Tout le travail se faisait à la main. Le chapeau de fer a 14 pieds d'épaisseur.

Dans une ligne de moindre résistance, le long du contact entre la diorite et le calcaire cristallin, des solutions pyriteux y ont creusé des cavités et des lentilles de calcaire, en y déposant de la pyrite et du quartz Ces deux substances se séparent facilement en se brisant, et la seule impureté dans la pyrite consiste en petites particules de quartz qui y sont mélangées. En faisant une allouance raisonnable pour les déchets, Mr. A. G. Burrows a analysé un échantillon moyen du tunnel et a trouvé qu'il contenait 42·6% de soufre. Un autre échantillon pris sur un terril de 300 tonnes enlevées de cette propriété et transportées sur un lot voisin et qui avait été exposé aux agents atmosphériques pendant 6 ans a donné 38·86% de soufre.

La propriété est à 10 milles par chemin d'hiver des Fourches Clyde sur le chemin de fer Kingston et Pembroke.

District Hastings

Mine de Pyrite Bannockburn.—Lot 25, concession VI, canton Madoc, comté Hastings, à environ un mille au sud-ouest du village de Bannockburn. On commença à exploiter pour minerai de fer en 1898 et Stephen Wellington de Madoc expédia 11 chars de limonite à la Hamilton Iron & Steel Company. Ce minerai qui contenait jusqu'à 38% de fer métallique et peu de soufre, était tout simplement le chapeau de fer des gisements de pyrite. Ces gisements furent prospectés plus soigneusement par Thomas Burnside et William Coe, de Cleveland. Dans l'été de 1900, ils passèrent leur bail à l'American Madoc Mining Co., qui abandonna ses opérations à la mine McIlwraith pour venir travailler ces gisements qui étaient plus accessibles. Le chapeau de fer à la mine Bannockburn varie en profondeur de 8 à 15 pieds. On creusa une excavation à ciel ouvert de 80 pieds

de diamètre et 90 pieds de profondeur, mais on dut l'abandonner dans cet état. L'oxydation du minerai pauvre occasionna l'éboulis de larges plaquettes sur les murs de l'excavation qui nécessitait soit un système de boisage dispendieux ou l'abandon des travaux. En même temps on découvrit une nouvelle lentille à environs 500 pieds au sud de l'excavation à ciel ouvert. On perça un puits, des galeries à tous les 60 pieds. on opéra par gradins renversés, et avec rails de garde. On installa une bouilloires, un compresseur à air pour 5 perforatrices, les perforatrices furent mues par air comprimé et les pompes par la vapeur. Plus tard cette méthode de travail fut abandonnée et remplacée par la suivante: On creusa une excavation en tranchée de 8′ à 10′ de profondeur et on travailla par gradins droits en arrière tout le long de la lentille. Pour plus de commodité dans les menus on remplaça le charriot par un seau; la lentille se dirigeait vers le nord et le puits la pénétrait de telle façon qu'il était impossible d'employer le charriot. Les chaines à enrayer au sommet de la cabane qui servaient à la décharge du minerai furent inclinées jusqu'à l'horizontale. On élevait le seau dans cette position, on attachait une chaine à un anneau fixé au fond du sceau, on écartait les chaines à enrayer et on déversait le seau en le laissant descendre doucement, on relevait alors le seau, on décrochait la chaine et on redescendait le seau au fond du puits. On déversait le seau sur des barres d'acier placées de 5 pouces en 6 pouces au-dessus d'une série de grilles d'un demi pouce. Les fins provenant des grilles traversaient le plancher de la cabane et le minerai en morceaux était transporté à la brouette jusqu'à un endroit de chargement, d'où les wagons étaient conduits à un demi mille sur la voie de raccordement sur le chemin de fer Central Ontario.

Quelques expéditions provenant de l'excavation à ciel ouvert contenaient de 46 à 48% de soufre, et d'autres provenant de la lentille du sud ne contenaient pas plus de 37%. La moyenne raisonnable de la propriété sera de 4% de soufre. Le minerai est dur et ne donne que peu de fins.

La roche encaissante est un schiste chloriteux, altéré en schiste talqueux ou micacé au contact du gite de minerai. La lentille du sud et le schiste qui l'englobe a une direction un peu nord-ouest, jusqu'à un point à l'ouest de l'excavation à ciel ouvret, où un pli fait tourner la direction d'un angle de 90° et dans une position nord-est. La lentille du sud pend avec la roche vers l'est, et l'excavation à ciel ouvert de la même manière pend vers le sud. Malheureusement la surface du schiste au sommet du pli était recouverte par un dépot de calcaire, qui a été subséquemment métarmorphisé en calcschiste mais il n'y a aucune évidence de faille. Le plissement, qu'il soit de nature simple ou qu'il soit un anticlinal subséquemment érodé a produit des lignes de faiblesse à travers lesquelles les solutions pyriteuses ont circulé et où se sont formés les dépots par remplacement. Le minerai se sépare bien du toit assez bien défini, mais au mur la teneur diminue et passe insensiblement au schiste. Il est impossible d'obtenir des échantillons frais de schiste. A l'origine il était probablement hornblendique; à présent il est chloriteux

altération due probablement à l'action des agents atmosphériques et à l'influence des solutions minérales venant de la veine adjacente. La lentille du sud à 160 pieds de longueur et varie de 8′ à 15′ en largeur. La mine employait 35 à 40 hommes et a expédié durant les 6 ans qu'elle était en opération environ 580 tonnes par mois. Tout le minerai allait aux usines de la General Chemical Company à Buffalo.

Ce n'est pas la qualité ni la quantité du minerai qui fait défaut, mais l'exploitation minière devient si hasardeuse tant à cause de la méthode à ciel ouvert employée, que par la tendance des murs de s'effeuiller que les opérations durent être suspendues en août 1906.

La Fahlbande Hungerford.—La fahlbande de Hungerford est située à 5 miles à l'est du village de Tweed au nord du chemin de fer Canadien Pacifique. Sa direction est 65° nord-est et peut facilement être suivie sur une distance de 2 milles. La terre arable horizontale qui existe vers le sud repose sur un schiste cristallin grenatifère recoupé par de la diorite massive. A 500 verges au nord du gisement une intrusion de granite rose à hornblende recoupe les schistes et s'élève au-dessus du pays environnant, formant une série de collines rugueuses (appelées les " Bald mountains "). Ce granite a protégé le massif de minerai contre l'érosion. Les gisements sont semés le long du contact de la diorite et du schiste, les lentilles, le contact, la fahlbande et les schistes ayant tous là même direction.

Mine Hungerford.—Lot 23, concession XII, canton Hungerford, comté Hastings. Cette mine fut ouverte il y a 30 ans par l'American Madoc Mining Co., comme mine d'or, et on érigea un smelter pour extraire l'or de la pyrite. Les propriétaires actuels, la Nichols Chemical Co., ont réouvert la mine en juin 1903. La mine fut fermée en août 1904 à cause de certaines difficultés à propos des titres, mais les opérations furent reprises en août 1095 et se continuent depuis cette date.

On perça un puits de sectiom transversale de 8′ × 14′ dans le mur de diorite jusqu'à cette profondeur de 300 pieds, et on perça les galeries à tous les 100 pieds. On découvrit 2 autres massifs de minerai; l'un à la surface en affleurement, l'autre durant le travail d'exploration souterraine. A chaque niveau on fit des travers bancs pour relier ces massifs connus respectivement comme massif du milieu et du nord. Il y a maintenant deux puits sur la propriété et on y a fait environ 3,500′ de galeries dans les massifs sur 5 niveaux différents; ceci ne comprend pas les travers bancs ni le 6me niveau qui vient d'être commencé.

Dans le travail d'exploitation on se tient généralement en avance sur le creusage du puits. On creuse maintenant le puits du 5e au 6e niveau.

Le gisements du milieu n'a pas d'affleurements visibles à la surface. Il est situé à 85 pieds au nord du gisement de sud et a été trouvé en creusant une galerie vers le gisement nord sur le premier niveau. On a aussi tracé des travers bancs à travers ce gisement sur les 1er et 3e niveaux, mais non sur le 2e. Ce gisement au niveau 1er a une largeur d'environ 6 pieds de minerai de forte teneur, mais au second niveau il contient une grande quantité de calcite.

Le gisement nord est situé à 45 pieds plus au nord. Quand on l'a recoupé la 1ère fois il avait 22 pieds de largeur, dont 17 pieds consistait en pyrite massive. La longueur de ce gisement telle qu'elle apparaît à la surface est de plus de 500 pieds. Au niveau on a tracé des galeries dans le sens de la longueur du gisement, 370 pieds à l'est, et 250 pieds à l'ouest du travers banc qui se dirige vers le gisement sud. La largeur varie de 6 à 22 pieds.

La mine est assez exempte d'humidité, on n'y rencontre que très peu d'eau et encore n'était-ce qu'au gisement nord.

Une grande partie du minerai qui a été élevé à la surface par l'ascenseur l'a été durant les travaux de développement. On a aussi fait des travaux dans les 3 niveaux supérieurs. A présent la quantité de minerai élevé à la surface est obtenu durant le travail de développement.

La minerai est granulaire et grossier et produit un grand pourcentage en fins. La principale impureté est la calcite, quoiqu'il y ait un peu de quartz. Il existe souvent une petite quantité de pyrrhotine principalement dans le gisement nord au voisinage du mur.

Un nouveau chevalement, érigé entièrement avec du pin jaune et rouge de 12″ x 12″ a été construit au puits No. 2, le seul en usage. Ce chevalement a 62′ 10″ de hauteur, mesuré sous un angle de 59°. Au haut du chevalement on a 2 grilles l'une au-dessus de l'autre, et les charriot se déversent directement sur la grille supérieure. Les barres de cette grille sont espacées de 2·5″ et le refus est déversé sur un plancher pour être classé. Le surplus tombe sur la seconde grille dont les barres sont espacées de 1 pouce—et sont divisés en deux classes les moyens et les fins.

A la partie inférieure on a construit 4 réservoirs pour recevoir les trois catégories de minérai le gros, les moyens et les fins,—et la roche. Ces réservoirs sont élevés de terre et pourvus de chutes et portes arrangées de telle manière que les voitures peuvent être chargées par dessous. Tout le minerai est transporté par voiture des réservoirs aux usines. La roche est chargée sur un choriot et poussée à la main sur des rails jusqu'au bord du terril. (Planche VIIB).

A présent on ne se sert que d'un grilleur à fins aux usines. On n'a donc pas besoin de minerai en morceaux. Afin de préparer le minerai pour le grilleurs Herreshoff, le minerai en morceaux et les moyens sont passés à travers un broyeur McCully No. 3 (dont la capacité est d'environ 150 tonnes par jour), et une série de rouleaux Buchanan 24″ x 14″, le minerai en morceaux et les moyens sont assez secs pour être employés Les fins venant de la mine doivent être séchés dans un sécheur rotatif, chauffé au bois avant de remplir les fours.

Pour le creusage du puits on se sert de deux machines, pour le creusage des galeries d'une—les perforatrices Ingersoll et Holman sont en usage pour l'abattage on se sert de la perforatrice à marteau de Rand ou de celle de Hartzog.

On emploie le système à gradins droits partout dans la mine. On perce les galeries principales dans le sens de la longueur du massif du minerai

Les chutes sont placées à environ tous les 20 pieds et on laisse un pilier de 8 pieds au-dessus de la galerie. Les gradins sont élevés jusqu'à une hauteur de 8 pieds au-dessus du niveau. On tire juste assez de minerai pendant l'abattage pour donner la place de travailler au-dessus du minerai broyé dans le front de taille.

Les galeries sont de 5 pieds de largeur et 6′ 6″ de hauteur. Le minerai et la roche sont durs à briser, et on doit généralement percer 19 à 20 trous pour équarrer une coupe. La majeure partie du perçage des galaries est faite en contract.

Le pouvoir est obtenu de la Seymour Power and Electric Company, qui a une station génératrice à Campbellford à 40 milles. Le courant est transmis à 44,000 volts, et est transformé à 240 volts pour usage dans la mine.

Le compresseur à air est mu par moteur, type Rand DD 2E, attelé directement à un moteur synchron Westinghouse de 150 chevaux-vapeurs. La course du piston a 16 pouces, le diamètre du cylindre à basse pression a 16 pouces et celui du la haute pression 9 pouces. La capacité de la machine est de 833 pieds cubes d'air, par minute à une vitesse de 225 révolutions par minute. La pression est de 100 livres. Le compresseur est installé dans la chambre principale des machines et l'air comprimé est envoyé à la mine dans un tuyeau de 4 pouces.

Dans le but de protéger les usines et la mine on a installé une pompe d'incendie mue par moteur de type centrifuge Alberger d'une capacité de 750 gallons par minute à 125 livres de pression.

L'ascenseur est de type électrique Alis-Chalmer à simple tambour 42″ sur 28″, capacité 4,500 livres à 450 pieds par minute. Il est atelé à un moteur Alis-Chalmers de 75 chevaux-vapeurs. Le câble d'acier a un pouce de diamètre et le wagonnet a une capacité d'une tonne.

Dans le puits on se sert de rails de 30 livres et dans la galerie de rails de 20 livres.

Pour pompper l'eau hors de la mine on a installé au 3e niveau une pompe centrifuge mue par moteur. Cette pompe a une capacité de 250 gallons par minute et élève l'eau à la surface. On doit installer une pompe semblable au le niveau. A présent on élève l'eau des niveaux inférieurs au niveau supérieur de pompage par de petites pompes à air.

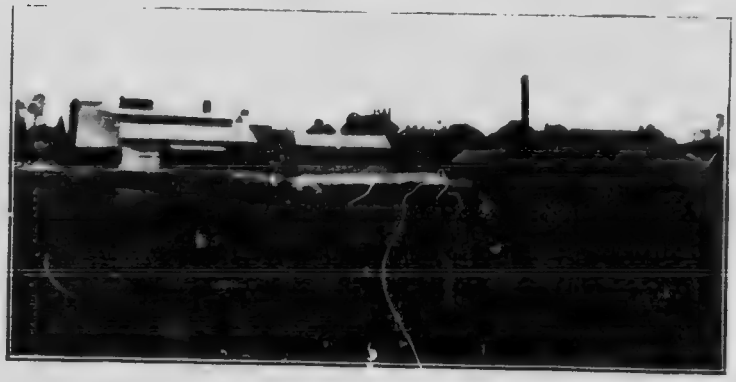
On emploie dans la mine des wagonnets en acier rotatifs, basculant sur le côté et d'une capacité de une tonne ou 18 pieds cubes. Ceux-ci vont au puits et sont déversés directement dans le wagonnet d'ascension.

Tout le minerai exploité sert directement à la fabrication de l'acide sulfurique à l'usine construite sur les lieux à la gare Sulphide par la Nichols Chemical Company. Le pourcentage moyen du minerai exploité sera environ de 35%, les fins ayant un plus fort pourcentage.

La ligne principale du Canadian Pacific entre Montréal et Toronto, traverse la partie sud de la propriété à un peu plus d'un quart de mille de la mine.

A. Chevalements principaux de la mine de Sulphide, Nichols Chemical Company.

B. Chevalement principal et baisse du puits. Puits No. 2, Mine de Sulphide.



C. Vue générale des usines à acide de Sulphide. Vue de Sulphide, Ontario.

Mine Canada.[1]—Lot 26, concession XII, canton Hungerford. Cette mine est située sur la même fahlbande que la mine Hungerford. Le chapeau de fer peut être suivi à travers ce lot le long d'une dépression. En 1907 on creusa un puits d'essai sur cette propriété jusqu'à une profondeur de 110 pieds. Le puits incliné sur un angle de 50° suivait le massif de minerai. On fit une galerie au niveau de 85 pieds. La direction du massif est est-ouest; la propriété est voisine de la mine exploitée par la Nichols Chemical Co.

La largeur du massif varie de 4 à 7 pieds. Le minerai du terril est principalement de la pyrite avec un peu de calcite et de pyrrhotine, et la teneur en soufre irait jusqu'à 40% d'après Fraleck.

La mine est située à environ 135 verges du Canadian Pacific. La prospection a été faite au moyen du capital de New-York et Mr. H. A. Hungerford de Madoc en avait la direction.

Extension occidentale Hungerford.—Lot 21, 22, concession XII, canton Hungerford. En 1906 cette propriété avait été assez prospectée au moyen de tranchées superficielles à des intervalles réguliers le long de la direction de la fahlbande.

La lentille de l'ouest avait été exploitée par tranchée superficielle sur une longueur de 500′ et montre dans les tranchées, près de la ligne entre les lots, une largeur de minerai variant de 16 à 18 pieds qui contiendrait de 42 à 44% de soufre. La seule impureté consiste en inclusions de petites lentilles de calcite.

Les lentilles de l'est n'avaient pas encore été prospectées en 1906, mais elles sont probablement la continuation des massifs de minerai de la mine Hungerford.

On a aussi localisé de la pyrite au sud du chemin de fer. Le chapeau de fer a 40′ de largeur, mais on n'a pas fait assez de travail pour déterminer les dimensions du massif de minerai.

Le Canadien Pacifique traverse la partie sud de la propriété sur une distance de 300 verges.

Mines Ontario Sulphur, Ltd.[2]—La propriété de cette compagnie comprend le quart nord-ouest de la partie est du lot 21, concession XI, canton Hungerford, comté Hastings; elle a une superficie de 150 acres. On a commencé le travail sur cette propriété en mars 1908 et on y a travaillé depuis d'une manière continue, sauf durant une fermeture de deux mois dans l'été 1910.

Le dépot de pyrite sur lequel on a travaillé est situé environ un demi mille à l'ouest de la mine Hungerford. Il semble que c'est une lentille dont le pendage est sud-est.

Le puits principal (14′ x 7′) a été creusé jusqu'à une profondeur de 100 pieds. Plus bas on réduisit les dimensions à 10′ x 7′ et on le descendit jusqu'à une profondeur de 250′ sous le collet. Au niveau de 100 pieds on creusa des galeries 84′ à l'ouest et 98′ à l'est le long du massif. Au

---

[1] Autrefois le prospect Oliver.

[2] Administrateur, B.A.C. Craig, National Club, Toronto; bureau de la mine à Tweed, Ont.

niveau de 200′, la galerie de l'ouest a 17′ et celles de l'est 170′ à partir du puits.[1] On a percé un travers-banc de 30′ à partir de la galerie est au niveau de 100 pieds; on en a percé un de 12′ à partir de la galerie ouest au niveau de 200 pieds; et un autre de 27′ pieds à partir de la galerie est au niveau de 200 pieds.

Le travail qui se fait maintenant est surtout du travail d'exploration et de développement.

Le plan actuel consiste en deux bouilloires verticales d'une capacité d'environ 65 chevaux-vapeurs. La mine est pourvue d'un compresseur à air Clayton à trois perforatrices fournissant le pouvoir pour actionner 2 perforatrices à marteau. L'ascenseur peut élever 1,200 livres à 300 pieds. L'installation de pompage consiste en une pompe à vapeur type duplex pour les bouilloires et un pompe Cameron.

On projette d'installer un pouvoir électrique en allongeant la ligne de transmission de la Seymour Power Company à partir du plan de la Nichols Chemical Company moins de ¾ de mille à l'est. On doit redresser le puits et installer des rails pour les cages. La nouvelle installation comprendra un ascenseur de deux tonnes et un compresseur à air pouvant actionner 12 perforatrices. On érigera un chevalement avec plancher de classement et des bennes. On aura un câble aérien jusqu'au Canadien Pacific à l'endroit où il traverse le lot de la compagnie à environ 1,800 pieds de la mine, et il y aura des bennes de chargement à la voie de garage.

La compagnie songe aussi à construire un atelier de concentration, mais elle ne le fera pas cette année.[2] L'expédition totale jusqu'en mai 1911 a été de 4,821 tonnes de minerai avec une teneur moyenne de 36% de soufre.

La Fahlbande de Queensboro.—Cette fahlbande qui est située de la frontière est du canton de Madoc, a une direction générale nord-est et peut être suivie sur une distance de deux milles à cause des schistes tachetés, rouillés et décomposés que l'on peut suivre sur cette distance.

Mine Queensboro.—Lot 11, concession XI, canton de Madoc, comté Hasting. Cette propriété est située à environ un mille au sud-est du village de Queensboro, et à ½ mille à l'ouest du chemin de fer de la Baie de Quinte.

Le dépot est situé dans une dépression au contact d'un schiste cristallin grenatifère au sud ressemblant à celui de Hungerford et une intrusion granite gris clair au nord.

Un petit ruisseau venant d'une source coule à travers la dépression sur une partie du gisement. On dut détourner le cours de ce ruisseau et on creusa le puits sur le bord de son ancien lit jusqu'à une profondeur de 85 pieds. A 50 pieds de profondeur l'eau était tellement abondante qu'on perça une galerie de 30 pieds vers l'est et on fit une citerne pour receuillir les eaux au moyen d'auges. Au fond du puits on creusa une

[1] En juillet, 1911.

[2] 1911. La mine a été fermée vers la fin de cette année.

galerie à l'ouest sur une longueur de 25 pieds, et un travers-banc de 20' vers le nord. On creusera aussi une galerie vers l'ouest au niveau de 50 pieds.

On perça un autre puits de 30 pieds de profondeur à l'ouest.

On a travaillé une bande de roche fortement pyriteuse à environ 100' au sud-est du puits principal. Au milieu de cette bande on a trouvé des lentilles de 4 à 5 pieds d'épaisseur de pyrite à teneur moyenne qui disparaissaient en s'appauvrissant. Une de ces lentilles contient de la pyrite de cuivre disséminée qui a été travaillée à ciel ouvert.

La mine était exploitée par La British Americain Development Co., Toronto.

L'installation comprenait deux chaudières, une de 65 chevaux-vapeurs et l'autre de 50 chevaux-vapeurs, toutes deux du type locomotive et recouvertes d'amiante; il y avait aussi une 4 perforatrice de type McEwan Drill Co., de New-York, un compresseur à air avec cylindre de 12" x 18" et un monte-charge à vapeur de 10" x 12". Il y a de même un atelier de forgeron, un magasin et un bureau.

Les pompes comprennent une pompe du type Knowles avec 6" de succion et 5" de décharge, et deux pompes verticales à plongeur du type Cameron 2·5" x 2" et 3" x 2·5" respectivement.

La pyrite était transportée en charriots à la gare de Queensboro et de là on l'expédiait à la Contact Process Company à Buffalo. Les 21 premiers chars expédiés avaient eu moyenne 47% de soufre, et les expéditions jusqu'à l'automme de 1906 se montaient en tout à 68 chars.

Le minerai à teneur la plus forte provient d'une série de lentilles près du contact de granite. La lentille où le puits principal est percé a une largeur de 15' et une longueur d'environ 50', s'amincissant vers les extrémités. A l'ouest il y a une lentille semblable, qui montre une largeur, dans une tranchée superficielle de 20' de pyrite de haute qualité. La pyrite fer de ces lentilles est un minerai dur, lourd et dense, ressemblant à de magnétite massive, la seule impureté étant des minces filaments de quartz. Au sud il y a une grande surface montrant des imprégnations plus ou moins parfaites et où on pourrait exploiter du minerai à 35% de soufre.

Une chose remarquable de ce dépot c'est la présence d'une petite veine à l'ouest des travaux qui a une direction nord-ouest et une largeur d'environ 2 pieds; elle a été ouverte par une tranchée de 16' de long et 4' de large. Elle coupe la formation sous un angle de 45° et parait avoir des épontes bien nettes. La veine ést formée de quartz, pyrite de cuivre et de jamesonite argentifière. Cette veine est d'âge antérieure au dépot de la pyrite. La jamesonite remplit les interstices et s'est formée autour des cristaux de pyrite. Cette veine est intéressante à cause de la rareté de la jamesonite dans ce pays, et à cause du prix très élevé de l'antimoine à l'heure actuelle.

Propriété de la Canadian Sulphur Ore Company.[1]—N. 1 lot 9, concession X, Madoc. Quand Mr. Fraleck fit l'inspection de cette propriété en 1906, une ceinture de chapeaux de fer de 500′ de long, environ 200′ de large et environ 12′ d' épais avait été mis à découvert par des tranchées et des excavations. Le chapeau de fer était surtout constitué de conglomérat dont l'oxyde de fer formait le ciment; en certains endroits on trouvait d'assez bonne limonite. Ici et là à travers le chapeau de fer on trouvait des cailloux de pyrite ayant jusqu'à 12′ de diamètre, mais on n'a pas localisé le gisement en place.

Plus tard en prospectant et en développant on a découvert du minerai pyriteux dans une série de lentilles dans une fahlbande située dans des roches d'âge cambrien. Les lentilles varient en largeur jusqu'à 20 pieds. Le minerai est à haute teneur, n'exigeant que très peu de triage, et les chars expédiés comportaient du minerai à 40-48% de soufre. Le minerai ne contient ni arsénic, ni zinc, ni plomb ni cuivre ni calcium. Il brule facilement et est très recherché par les fabricants d'acide sulfurique L'extraction va presque toute à Sulphide, Ontario et à Buffalo, N. Y.

Le puits principal est rendu maintenant à 135′ de profondeur et il y a un autre puits, 400′ à l'ouest, qui est rendu à 50′. L'installation mécanique de la propriété comprend une chaudière à vapeur de 80 chevaux-vapeurs, un compresseur à air pour trois perforatrices, un monte-charge à vapeur, des perforatrices à air, des pompes et d'autres machines d'usage courant. Il y a une maison de pension comfortable pour les hommes et une batisse bureau. La propriété est encore à ses débuts, mais la compagnie s 'attend à expédier bientôt son minerai au taux de 30 tonnes par jour.

La compagnie qui controle les opérations est la Canadian Sulphur Ore Company, Ltd., dont Mr. A. Longwell est président et A. B. Willmott le secrétaire-trésorier. Le bureau principal a son siège à 404 Lumsden Building, Toronto et l'adresse de la mine est Queensboro Ontario. Le gérant en charge de la mine est Mr. S. N. Graham.

Mine Davis.—Motié sud du lot 10, concession IX, Madoc. Cette mine est située au coin de la propriété de la Canadian Sulphur Company. Au nord-ouest on a creusé une excavation d'essai de 10′ de profondeur dans de la pyrite quelque peu mélangé à du calcaire cristallin. On a prospecté une bande épaisse de chapeau de fer en 1906 sur un autre point du même lot. L'auteur ne connait pas les résultats de ces travaux de prospection.

Mine Farrell.—Lot 9, concession VII, canton Madoc. Cette mine est située sur la ferme Farrell à environ deux milles au nord-est du village de Madoc, comté Hastings.

La roche du pays est un calcschiste ayant comme le dépot une direction nord-ouest. Les excavations d'essai sur une distance de 200 pieds montrent soit du chapeau de fer soit de la pyrite. On a creusé un puits jusqu'a une profondeur de 25′. Il y a environ 40 tonnes de minerai sur le terril. Un

[1] Autrefois le prospect Wellington.

échantillon qui représente une moyenne de 75% du matériel du terril a donné 40-64% de soufre. Le dépot a une largeur uniforme de 5'. La seule impureté dans le minerai est du calcaire cristallin.

Mine McKenty.—Lot 6, concession VII, canton Madoc. Cette mine est située sur la ferme McKenty à Mullet's Corner, 2 milles à l'est du village de Madoc.

On a expédié de l'hématite provenant de cette propriété il y a 35 ans, et on y a exploité du fer depuis cette date d'une manière discontinue.

Il y a une excavation où on travaillait un temps à une profondeur de 60 pieds. En examinant le terril on s'aperçoit que les gros morceaux d'hématite apparente ont en les brisant, ar entre un coeur de pyrite. De l'opinion de Mr. Fraleck c'est un exemple fréquent dans l'est d'Ontario de trouver un chapeau de fer d'hématite aux ments de minerais sulturés.

Un fait intéressant c'est la présence au sud du gisement d'une brèche de talus formée de fragments anguleux d'hématite et d'un ciment siliceux.

Mine du Lac Little Salmon.—Lot 23, concession VII, canton Cashel, comté Hastings. Ce gisement est situé sur la rive du lac Little Salmon. Il y a unecolline qui s'élève abruptement au-dessus du niveau du lac à une hateur de 80'. A mi-hauteur de la colline une tranchée de 40' de long a mis à découvert un gisement de pyrite. A l'extrémité nord de la tranchée la pyrite non recouverte a 15' de largeur. Une moyenne de 75% de la substance pyriteuse a une teneur de 38.33% de soufre. La roche encaissante du dépot est un schiste chloriteux dont la direction est est-ouest.

La mine est à 9 milles par chemin d'été à Gilmour sur le chemin de fer Central Ontario, et 6 milles par chemin d'hiver à travers le la cBig Salmon.

Mine Gunter.—Lot 23, concession IV, canton Cashel. On a creusé un puits sur cette propriété jusqu'à une profondeur de 23 pieds dans le gisements; il traverse des bandes alternatives de quartz et de pyrite. On exécuta ce travail en prospectant pour l'or. Le à la surface n'est pas altéré et on n'y voit aucune trace de chapeau de de fahlbande, ou d'autres indications d'un gisement de pyrite. La pyrite augmente uniformément cependant à mesure qu'on descend dans le puits. Un échantillon qui représente les 2-3 du terril a donné à l'analyse une teneur de 39.50% de soufre. La veine a une largeur totale de 5 pieds.

La mine est située à une distance de 7 milles par chemin d'été et 6 milles par chemin d'hiver du chemin de fer Central Ontario.

Autres gisements dans l'Est d'Ontario.

Mine Snooks.—Lot 7, concession XIV, canton Loughborough, comté Frontenac. Sur cette propriété il y a une fahlbande ayant une direction nord-est à travers un calcaire cristallin grossier et impur. A la seule place où on a travaillé, on peut voir de la pyrite massive sous une largeur de 7', et mélangée à du calcaire cristallin jusqu'à une largeur de 25 pieds. Ceci est sur l'allouance du chemin et on le découvrit en extrayant des matériaux pour l'empierrement des routes. On peut suivre facilement la fahl-

bande à travers le lot 6, concession XIV jusqu'à rive du lac Desert. Il y a 9 milles de distance par un mauvais chemin de voiture jusqu'à Hartington sur le chemin de fer de Kingston et Pembroke.

Mine Ladore.—Comprend une partie de la moitié est du lot 19, concession VII, canton Dalhousie, comté Lanark. Il existe une fahlbande épaisse qui a une direction nord-est le long du contact d'une amphibolite grossière et un granite gris à grain fin. Presque chaque tranchée dans les marais et les dépressions met à nu des chapeaux de fer sous la forme d'un bon minerai de fer des marais. On a creusé 2 excavations jusqu'à une profondeur de 20 et 22 pieds respectivement à une distance de 100 verges l'une de l'autre. Ces excavations sont creusées dans le chapeau de fer et la roche décomposée. L'excavation du sud est remarquable pour sa quantité de silice cellulaire très fine. On a rencontré des couches ayant jusqu'à un pied d'épaisseur, mais il n'y avait pas de pyrite en quantité suffisante.

La même fahlbande continue à travers le lot 19, concession VI, le long d'un contact de calcaire cristallin et de granite. Il y a une série de cavernes intéressantes dans le calcaire; elles ont été causées par l'action dissolvante des solutions acides; ensuite il y a eu dépot de pyrites dans les cavités et enfin une oxydation. La propriété est à 7 milles par chemin d'hiver de la voie d'évitement Hilbur sur le chemin de fer Kingston et Pembrooke. Elle fut prospectée par Wellington & Henderson de Madoc.

Mine Stalker.—Lot 42, concession VI, canton Clarendon, comté Frontenac à environ 2 milles à l'est du village de Plevna. Il y a une fahlbande bien définie qui traverse la propriété dans une direction est-ouest. On a creusé une petite excavation de recherche dans une lentille de pyrite et celle-ci montre à cet endroit une largeur de 6′. Il y a une veine de quartz de pied de largeur le long du toit d'ardoise argileuse, le mur étant formé de calcaire cristallin. A une profondeur de 6′ le chapeau de fer passe graduellement à une hématite, là où la fahlbande traverse sur le lot 42, concession V.

Mine Foley.—Cette propriété est située à 5.5 milles par un assez bon chemin de voiture, au nord de la gare Enterprise sur le chemin de fer Bay of Quinte. Les travaux consistent en une excavation de 80′ de long, 40′ de large et 10-15′ de profond, creusée dans la pyrite et pyrrhotine, les deux sulfures existant à peu près en proportions égales mélangées à des pyroxènes, de la calcite, du mica et de la molybdénite. On a traité un échantillon au laboratoire de l'Ecole des Mines de Kingston et on a facilement séparé les deux sulfures par un procédé combiné de lavage et de concentration magnétique. La pyrite se présente en petites masses dans la roche et dans la pyrrhotine et le dépot est irrégulier. Le gisement est situé dans un lambeau de calcaire cristallin entouré à une courte distance par du granite.

Gisements du Nord d'Ontario.

Mine de pyrite Northland.[1]—La propriété est située sur la rive du lac James, à environ 3 4 de mille à l'ouest du chemin de fer Témiskaming and Northern Ontario au 83e piquet de mille. La découverte a été faite en 1903, mais on n'a commencé le développement actif qu'en décembre 1906.

Le puits principal a une profondeur de 300′ avec galeries de niveau à 100′, 175′ et 275′. On a creusé un puits d'aérage au second niveau à 75′ au nord du puits, à une profondeur de 100′, il y a un travers banc qui va au puits par une excavation à ciel ouvert et on a sorti une assez grande quantité de minerai du second et troisième niveau.

La puits principal sur le gisement pend avec le schiste à un angle d'environ 70° à l'ouest. Le massif de minerai de forme lenticulaire est situé dans un schiste tendre de couleur verte à environ 100′ à l'est du contact avec un granite à hornblende gris. La seule impureté dans le minerai consiste en petites veines de quartz et en pyrrhotine massive sur les épontes de la lentille. La pyrrhotine est quelquefois finement disséminée à travers la pyrite. Le minerai se brise facilement en faisant très peu de fins au cours de l'exploitation minière.

Le minerai est généralement exploité par la méthode des gradins droits. On l'élève par ascenseur à la surface où on le brise et le trie. On le vide directement des boites d'emmagasinage dans les wagons, le chemin de fer Temiskaming and Northern Ontario ayant construit une voie d'évitement qui passe sous ces boites à minerais.

La plus grande partie du minerai fut expédié à Buffalo. La mine possède 2 bouilloires de 100 chevaux vapeur, un compresseur à air de 12 perforatrices et un monte-charge.

La mine est fermée à l'heure actuelle. En 1909 Mr. L. Hanna en était le gérant. Le bureau chef de la compagnie est à London. Ontario, et Mr. John Smallman en est le trésorier.

Gisements de l'ouest d'Ontario.

Mine de fer pyriteux Helen.—Située dans la division minière Michipicoten, à environ 15 milles au nord-est du port de Michipicoten sur le lac Supérieur.

La mine de fer Helen a été décrite en entier dans les différents rapports du Bureau des Mines d'Ontario.[2] Le travail souterrain a revelé l'existence de pyrite en grande quantité. Les dépots de pyrite et d'hématite occupant un amphithéatre à peu près elliptique, borné à l'est par une colline abrupte de carbonates et des schistes à porphyre quartzifère et à l'ouest par des carbonates pyriteux et à nodules de chert. La roche se tient presque verticale.

[1] Autrefois mine Rib Lake, mine James Lake, mine Harris.
[2] O. B. M., Rapports de 1898, 1901, 1902, 1903, 1904, 1905.

La mine de fer Helen occupe l'extrémité orientale d'une grande dépression en cuvette. Le massif de minerai, tel que le montre les plans des différents niveaux, est de forme généralement elliptique, ayant un axe est-ouest de 500′ de longueur et une largeur de 300′.

Il y a des lentilles de pyrites qui traversent le dépot d'hématite, et il y a aussi des sulfures à l'est, au nord et à l'ouest du massif d'hématite.

La pyrite est presque entièrement granulaire. Il y a parfois des morceaux de minerai plus durs mais en général la pyrite est granulaire et ressemble à un concentré très net. Il y a par ci par là quelques veines de quartz clair et blanc. Les échantillons de minerai donnent à l'analyse plus de 50% de soufre. Le minerai expédié de la mine donne environ 42% de soufre ou plus, selon que la quantité d'hématite mélangée au minerai est plus ou moins grande.

La pyrite dans les lentilles ou poches, étant entourée de près par de l'hématite et étant de nature saccharoïde, coule facilement comme du sable, quand la pression diminue. Par conséquent, si on fait une ouverture dans une lentille, il faut prévenir le plus tôt possible l'écoulement et le régulariser, si c'est nécessaire. Il faut faire un boisage spécial et même alors la pression est si forte que l'on ne peut faire que des ouvertures rapides dans la pyrite.

On a pris les mesures nécessaires pour maintenir une production annuelle constante de pyrite à cette mine et elle sera ainsi une des mines les plus productives d'Ontario.

Canton Conmee.—District Thunder Bay, lot B, concession V. On a fait un peu de travail au gisement située sur ce lot à environ un quart de mille à l'ouest du pont 31A sur le chemin de fer Canadien Nord, à une certaine distance de la gare de Mokoman.

Le gisement a une direction nord-est près du contact du conglomérat et la chaine de fer de Mattawin. La surface est cachée sous un épais manteau de graviers erratiques et on ne peut examiner le gisement qu'à une petite excavation qui a été creusée sur la rive du ruisseau Beaver. Le fond de l'exacavation est à 5′ au-dessous du niveau du ruisseau et on a sorti environ 80 tonnes de minerai sur le terril. La zone pyriteuse semble avoir environ 30′ de largeur.

C'est un gisement en partie ou en entier de remplacement; le conglomérat est remplacé par de la pyrite, qui même lorsqu'elle est massive garde la structure de la roche. Les cailloux les plus solubles ont été complètement remplacés par des nodules de pyrite pure ayant une forme à peu près sphérique. Dans les autres parties du conglomérat la substitution est plus ou moins incomplète, les cailloux de silice pure sont entièrement inaltérés. Un échantillon moyen du terril portait 29.20% de soufre.

Mine de cuivre Tip-Top.—Cette propriété est stiuée à 9 milles par sentier au sud-ouest du chemin de fer Canadien Nord à la gare de Kashaboive. Le puits principal a 200′ de profondeur, pendage 70° au nord; on a creusé 4 niveaux à 50′ de distance les uns des autres. La table qui suit est un synopsis du travail fait dans les différents niveaux:

1er niveau.	Galerie vers l'est.		80′	de longueur.
" "	" "	l'ouest.	40′	" "
2e "	" "	l'est	70′	" "
" "	" "	l'ouest.	40′	" "
3e "	" "	l'est.	60′	" "
" "	" "	l'ouest.	40′	" "
4e "	" "	l'est.	65′	" "

Travers bancs:—

1er niveau vers le sud.	60′	de longueur.
" " " " nord.	140′	" "
4e " " " "	130′	" "

Abatage:—

4e niveau est.	40′	de long,	25′	de haut,	8′	de large.
" " ouest.	30′	" "	15′	" "	10′	" "
2e " est.	40′	" "	10′	" "	10′	" "
" " ouest.	30′	" "	10′	" "	8′	" "

Puits No. 2 environ 600′ nord-est du No. 1, a 50′ pieds de profondeur.

Puits No. 3 environ 500′ à l'est du No. 2 a 20′ de profondeur.

L'usine a 2 chaudières à vapeur, une de 70 chevaux vapeur, à retour tubulaire et l'autre de 30 chevaux vapeurs, marine; un monte-charge, cylindres 6″ x 8″, un compresseur à air pour 4 perforatrices Ingersoll-Sergeant.

Les roches associées d'après Miller[1] sont une série de schistes talqueux et verts. La diabase existe à l'état de roche de dyke dinsi que la felsite. Le minerai consiste en pyrite de cuivre, en pyrrhotine et en pyrite de fer. Il contient de l'or en plus du cuivre.

La mine Tip-Top est essentiellement une mine de cuivre. Il y a des lentilles de pyrite massive dans la mine qui iraient jusqu'à 40% de soufre, mais il y a de grands massifs associés de minerai à très forte teneur en silice.[2]

Gisements du lac Steep Rock.—Les gisements dans le voisinage de ce lac ont été prospectés à fond pour la minerai de fer. Ils sont situés au nord de la gare d'Atikokan sur le chemin de fer Canadien Nord. A trois quart de mille à l'ouest de la rive du lac, les locations AL 461 et 462 de Mackenzie et Mann ont été prospectées et on y a percé 4 trous avec perforatrices à diamant. On dit qu'ils ont découvert un dépot de pyrite, mais on ne peut obtenir des détails. La roche de surface est interstratifiée de silice et de schistes verts très altérés.

On a découvert un grand dépot de pyrites de fer à l'extrémité sud du lac Straw Hat. On parvient à ce lac par un sentier vers l'ouest à partir de la partie sud du bras est du lac Steep Rock. On y a fait des tranchées, des trous d'exploration et 4 trous à la mine au diamant sur les locations 875 X et 858X. La tranchée du sud montre une largeur de pyrite de plus de 140′, celle de l'est 60′ et celle-ci serait de haute teneur à une faible pro-

[1] Ontario Bureau of Mines 1903, p. 102.

[2] Depuis, Mr. E. S. Moore a publié: Report on Tip Top Copper Mine, O. B. M. Rapport Vol. XX, partie I, 1911, pp. 209-213.

fondeur, la seul impureté étant le chapeau de fer. Le minerai montrait une stratification inégale et altération en nodules. La partie est du minerai montré dans la tranchée est quelque peu siliceuse et ne contiendrait pas plus de 38 à 40% de soufre. Une excavation à 100 verges au nord près des camps, montre de la bonne pyrite sous un épais chapeau de fer formé de limonite et d'hématite. La colline, sur laquelle la tranchée est localisée, a 30′ de hauteur et tout le ravin à l'ouest semble recouvrir la pyrite.

En perforant au diamant on a décelé la présence de la pyrite sous la forme d'un immense croissant dont la distance entre les deux pointes serait occupée par de l'hématite; le gisement ressemble beaucoup à la mine de fer Helen.

La roche à l'ouest est une roche verte éruptive, et à l'est c'est un schiste vert. Le long du sentier vers le lac Steep Rock ces roches montrent une altération superficielle ellipsoïdale.

Le gisement est à 4 milles sur un chemin de niveau du chemin de fer Canadien Nord vers le sud-ouest.

Autres gisements de la Rainy river.

Les sulfures du lac Nickel, ou de la rivière Turtle et du lac Pipestone ont été très peu prospectés et on ne sait pas encore si ces chaines de chapeaux de fer recouvrent des gisements de pyrites. On a fait des travaux en certains points sur de la pyrrhotine, croyant qu'elle était nickelifère, mais sauf en un endroit où on a perforé au diamant on ne connait pas de pyrite.

"On a trouvé des quantités de pyrite de fer qui pourraient avoir de la valeur, sur la rive du lac Nickel entre le portage Grassy et la baie Rice. Sur le 577P et 580P sous un épais chapeau de fer brun on trouve des masses de pyrite solide de plusieurs verges carrées et de plus d'un pied d'épaisseur. Comme on ne les a pas ou presque pas exploitées, on ne peut pas se faire une idée de l'étendue de ces gisements. Le minerai existe à l'état plutôt granulaire et grossier dans lequel on peut voir des cubes. Comme c'est de la pyrite de fer commune et non de la pyrrhotine, le nom du lac Nickel est impropre, et il est probable que les locations qui y ont été prises l'ont été sur de fausses appréhensions."[1]

La chaine s'étend sur une distance considérable le long de la vallée de la rivière Little Turtle, mais comme on n'y a fait aucun travail et comme les rapports des gardes forestiers et d'autres sont excessivement vagues, je n'ai pas fait un examen personnel.[2] Je n'ai rencontré aucun prospecteur dans le district qui connût la différence entre la pyrite et la pyrrhotine.

"Sur le coté sud du lac Nickel dans le canton Hatten, à quelques milles un peu plus à l'ouest, le chemin de fer traverse une assez grande partie de

[1] Coleman, A. P., O.B.M., 1894, p. 74.
[2] Par Mr. Fraleck.

la chaine ferrifère, qui a ici un caractère spécial, consistant surtout en silice granulaire, quelquefois interstatifiée de magnétite, mais le plus souvent très chargée de sulfures surtout de pyrrhotine. En certains points les sulfures deviennent massifs et ils ne contiennent presque rien autre chose. Une bande de pyrites de 15′ d'épaisseur juste sur la rive du lac Nickel peut devenir à avoir de l'importance comme source de soufre."[1]

La chaine ferrifère Pipestone n'a pas été éxaminée, mais par similitude avec les autres chaines de l'ouest on peut s'attendre à trouver des gisements de pyrite.

Au nord de la voie d'évitemant Riddell.—Les emplacements A274, A254, et A273 sont située à environ 1 45 mile au nord de la voie d'évitement de Riddell sur le chemin de fer Canadian Pacifique. Ici on a une fahlbande épaisse qui se dirige vers le nord-est le long d'une chaine de collines dénudées. On trouve de la limonite de bonne qualité dans toutes les vallées et les dépressions le long de la chaine. Cette limonite peut provenir de la décomposition des pyrites en place, mais pour la plus grande partie elle a été formée par oxydation des minérais contenant du fer disséminés le long des collines, et par une déposition subséquente de l'hydroxide dans les dépressions. Il a été impossible de déterminer la profondeur de la limonite mais la surface était très étendue. On n'a pas observé de chapeau de fer riche en place dans les montagnes et la fahlbande est elle-même de qualité inférieure. Il y a cependant une excavation sur la rive du lac qui semble montrer un chapeau de fer plus encourageant et de la pyrite d'assez bonne qualité. La roche est un schiste felsitique coupé par de nombreux dykes de pegmatite. On dit qu'un puits de 20′ a été creusé avec de bons résultats, et que plus tard les opérations ont mis à découvert un massif considérable de pyrite et de pyrrhotine ayant une teneur moyenne d'environ 45% de soufre.

Mines de pyrites Vermillion.—Cette propriété qui était autrefois la mine de Pyrite Vermillion et même avant la mine de pyrite de Michic, est maintenant mise en opération par la compagnie Northern Pyrites, 25 Broad st., New York. Les locations minières H. W. 715 et H. W 716 sont situées sur la rive du lac Big Vermillion, à environ 35 milles au nord-est de Dinorwie sur le chemin de fer Canadian Pacifique et à environ 4 milles de Graham sur le chemin de fer Grand Trunk Pacifique.

Le gisement se trouve dans une dépression entre une chaine rocheuse qui a une direction à peu près nord-est et la rive du lac Big Vermillion. Il se dirige vers le lac vers son extrémité ouest. La surface est couverte d'un épais manteau d'argile à blocaux variant de 8′ à 20′ d'épaisseur; la seule place où on trouve du chapeau de fer était sur la rive du lac ou l'action des vagues a enlevé le manteau d'argile. Le lac doit son nom à la coloration de l'eau par l'oxyde de fer du chapeau de fer et la découverte fut faite par un prospecteur qui cherchait du minerai d'or.

On a creusé 2 puits dans le gîte de minerai. Le puits No. 1 est

[1] Coleman, O.B.M., 1902, p. 134.

vertical, 8 x 10′ de section et il n'est utilisé que pour la descente des hommes et pour la tuyauterie et la ventilation. Il est de 200′ de profondeur. Ce puits est muni d'un engin actionnant un élévateur à tambour simple du type Lidgwood Standard de 41″. Le puits No. 2, qui est le puits de travail est à 3 compartiments est creusé au mur sous un angle de 58°. Les compartiments élevateurs ont chacun 4′ x 6′ et le puits a 260′ de profondeur. Il est muni d'un élevateur de 30 chevaux vapeurs. Flory à double cylindre et friction standard.

L'usine motrice au puits No 1 consiste en trois bouilloires tabulaires horizontales Jenckea de 100 chevaux vapeur 66″ x 16′. L'air est fourni par un compresseur Corliss du type Canadian Rand Cross compound (RR3) d'une capacité de 1000 pieds cubes, et d'une compresseur à air demi-Duplex Allis-Chalmers-Bullock Class GC. Il y a aussi une machine verticale à haute pression, type A, $4^3/_4$″ x $4^1/_2$″, American Blower, et un générateur Bullock à 6KW, type B, 116-120 volts. La mine est en plus munie de tous les accessoires nécessaires pour la prise d'eau pour les réservoirs de rechauffement et de pompes à incendie, etc.

Au-desus du puits No. 2 il y a un chevalement de 70′ de hauteur. Il contient un réservoir à minerai de 50 tonnes où viennent se déverser les waggonnets et d'où se fait la distribution aux broyeurs et au moulin adjacent. Le moulin est muni d'un broyeur giratoire No. 3 et No. 5, et des grilles nécessaires pour réduire le minerai à la grosseur convenable pour le four. Le minerai broyé est élevé au moyen d'un élevateur à godets et distribué à travers les grilles aux réservoirs de minerai par un tramway aérien. Le pouvoir est fourni par une machine automatique Regal 16″ x 18″.

Le tramway aérien qui fut construit il y a deux ans pour transporter le minerai broyé du moulin à la ligne de raccordement sur le G. T. P. Ry. à une distance de 3 milles, a été équippé à nouveau et on a érigé un nouveau terminal au moyen duquel on peut soit distribuer le minerai dans les chars ou l'emmagasinner en tas pour le chargement postérieur qui se fait au moyen d'une locomotive à grue de 10 tonnes.

Cette mine a été pourvue de nouvelles perforatrices du type à piston et à manteau, et de nouveaux wagons, de tuyauterie à air etc. On a commencé le travail préparatoire par l'ouverture de gradins droits en vue de la reprise d'expédition pour la prochaine saison.

On a construit un nouveau bureau et un nouveau magasin, une maison de séchage pour les hommes travaillant sous terre, un magasin à poudre, un atelier pour réparer les outils et machines, des tuyauteries pour l'eau, une maison de pension, une maison dortoir et plusieurs chalets.

Il y a environ un an et demi, on a expédié quelques 6000 tonnes de minerai mais depuis on n'a rien expédié. Le minerai extrait de la mine durant la période de développement a été mis en tas. On espère expédier cette saison (1911) environ 25,000 tonnes si les conditions de transport le permettent; ceci comprendra le minerai extrait durant la période de développement.

Le gîte de minerai a été développé sur une longueur de 800′ au deuxième niveau.

En plus on a creusé des travers bancs considérables dans les niveaux No. 1 et No. 3; la longueur totale des travers bancs était en décembre 1911, sans compter les coupes en travers de 1500 pieds. La largeur du massif varie de 30 à 63 pieds. D'après Fraleck la pyrite zonée et la roche près du mur, telles que les montrent le puits et la coupe en travers serait un dépot de remplissage de veine, surtout pour la raison qu'on a trouvé de la tourmaline sur le bord nord du gisement. La structure laminée du minerai cependant est une preuve probable que c'est un gisement de remplacement et que la pyrite zonée et le roc le long du bord nord réprésente un replacement incomplet du schiste. Le roc le long du mur est composé de schiste vert très calcifère. La gangue du minerai est le quartz. Le massif a une direction nord-est sud-ouest et le pendage est nord-ouest environ 61°.

Le minerai consiste en pyrite (avec un peu de pyrrhotine) qui contient environ 40% de soufre. Le minerai expédié avait aussi cette teneur. La pyrite est dure et fine et sera surtout de la pyrite en morceau avec un peu de fins. Ce minerai a montré qu'il était excellent pour la fabrication de l'acide, le résidu du soufre perdu étant souvent moins de 1% quoique cette perte aille en augmentant avec le mélange de pyrrhotine.

La mine est exploitée pour la Northern Pyrites Company,[1] par Robert K. Painter de Benson Mines, New York, qui agit comme ingénieur consultant, et H. V. Smythe, surintendant actuel de la mine.

Mine Fanning.—Cette mine est située sur la rive du lac Big Vermillion, à 8 milles à l'ouest de la mine Vermillion. On a fait une tranchée dans un manteau d'argile à blocaux d'environ 4′ d'épaisseur à l'extrémité d'une pointe. Une bonne pyrite en couches de 2′ à 6′ d'épaisseur est interstratifiée avec un schiste argileux graphitique. Le gisement a une direction est-ouest et pend vers la rive au nord. On dit que des sondages dans le lac ont décelé de la pyrite de haute qualité sur une largeur de 20′. Le gisement pend vers la rive du lac et pourrait être facilement prospecté au moyen d'une perforatrice à diamant.

Mine Morley.—Cette mine est située à environ 3 milles au sud-est de Schreiber sur le chemin de fer Canadian Pacifique et à environ 2 milles de la rive nord du lac Superieur. Les travaux en 1906 consistaient en une trancheé de 36 pas de longueur et de 8′ de profondeur, ayant une direction nord-sud dans la direction du gisement; ce gisement est compris entre une trap à l'est et une quartzite à l'ouest. La pyrite est pratiquement pure sur le coté est, mais vers l'ouest elle est mélangée de pyrrhotine et sur une largeur de 6′ elle est entièrement chargée de ce dermier minéral.

A vingt cinq pieds à l'est et plus bas dans la colline on a creusé un puits dans une lentille parallèle. Le puits était rempli d'eau, mais à en

[1] 25 Broad St., New York.

[2] Depuis, Mr. E. S. Moore a publié: "Vermillon Lake Pyrite Deposits," O.B.M., Rapport Vol. XX, Partie I, 1911, pp. 199-200.

juger par le matériel du terril, il devait être d'environ 60′ de profondeur. La pyrite a pratiquement le percentage théorique, mais la moyenne partie du terril est formée de pyrrhotine et de roches à pyrrhotine. A une centaine de pieds plus bas, vers le fond du ravin, on a creusé un tunnel de 20′ de longueur dans la colline vers l'est, avec un travers banc de 30′ de longueur et on y a découvert un mélange pauvre de pyrrhotine et de roche stérile. A un quart de mille au nord on a fait des excavations d'explorations sur des filonnets de pyrite, mais on n'a pas pu s'assurer de leur étendue à cause de la décomposition si complète par les agents atmosphériques.

Mine Otisse.—Cette location, 776X, est située à environ 1.5 mille au nord de Schreiber à l'extrémité nord du lac Cook. Une fahlbande épaisse a une direction est-ouest sur environ une distance de 1 mille. On a enlevé le chapeau de fer en plusieurs endroits et on a creusé des excavations de recherche. La plus grande de ces excavations a environ 12′ de profondeur et 12′ en travers de la longueur du dépot. La minerai semble consister en un mélange de pyrite, de pyrrhotine et de silice. Un échantillon moyen donne à l'analyse 32.26% de soufre.

Gisements du lac Goudreau.—Ces grandes chaines de pyrite sont situées à environ 18 milles en droite ligne vers le sud-ouest de Missanabie sur le chemin de fer Canadian Pacific et à environ 3 milles par sentier à l'ouest de l'extrémité ouest du lac Goudreau.

Le pays entre le lac au Chien et le lac Goudreau est formé de schistes verts recoupés d'intrusions de felsite et de roche verte (greenstone). A la décharge du lac des Deux Soeurs plus au nord, la formation consiste en un fin conglomérat avec des graviers de la grosseur d'un petit pois dans une matière tendre verte qui sert de ciment. A trois milles plus au nord ce conglomérat passe graduellement à un conglomérat très grossier, contenant des cailloux de couleur claire ayant jusqu'a 12″ de diamètre. De ce point en remontant le ruisseau qui sert de décharge au lac Goudreau le grand bouleversement tectonique a donné au conglomérat une structure feuilletée et les cailloux ont été applatis par la pression énorme qu'ils ont subie et ils sont allongés dans le sens de la schistosité. A l'ouest du lac Goudreau cependant le conglomérat passe immédiatement à un schiste vert.

Pour faciliter la description nous décrirons les chaines sous le nom de "chaine du Nord" qui comprendra les gisements "A", "C" et le "claim à l'Ours" et la "Chaine du sud" qui comprendra les gisements "B", "D" et "E"; le sentier de True a une direction nord-est entre les chaines de montagne.

En approchant les gisements vers l'est, le sentier passe au sud du claim à l'Ours et le long de la rive nord de deux petits lacs. A l'extrémité ouest du second lac le sentier de True prend une direction ouest. Un autre sentier se dirige vers le nord au gisement C et un autre vers le sud-ouest au gisement B.

La roche qui prédomine aux lacs est un schiste vert. Ce schiste a cependant été métamorphisé en certaines places et transformé en schiste

cornéenne vitreux par l'intrusion d'une roche verte (greenstone) vers le nord. Il y a un beau contact à une faible distance au nord de l'extrémité ouest du lac.

Gisement "C".—Sur environ 400 pas du sentier de True, le sentier qui conduit au gisement "C" passe sur des collines basses formées de schiste rouillé, et alors à travers une dépression dont le fond est occupé par de la limonite. Parallèlement à ceci, et dans une direction est-ouest, il y a une colline basse de pyrite avec un schiste vert, qui pourrait facilement être trié, et de la silice fine mélangée. La pyrite sur le flanc de la colline est recouverte d'une mince couche de chapeau de fer, qui va en s'épaississant vers les dépressions. La longueur totale du gisement "C" est telle que décelée par les 16 excavations, et atteint environ 600′.

Gisement "A".—Ce dépot "A" est situé à une courte distance au nord et légèrment à l'est de "C". Dans le voisinage de la colline où sont installés les camps, toutes les dépressions sont occupées par de la limonite, sauf dans le cas de quelques tranchées. Le travail d'exploration a été fait à la perforatrice au diamant. Coleman décrit ainsi la localité: "Une section à travers la colline basse près de son extrémité ouest montre du schiste vert, au sud, alors du calcaire avec du schiste pyriteux, 30′ de pyrite 12′ de schiste vert, 9′ de pyrite et du schiste vert au nord. Il semble cependant y avoir peu de continuité dans la structure, et les autres sections à differents points varient beaucoup entre elles. La pyrite ou le chapeau de fer s'étend environ 400′ de l'est à l'ouest avec une largeur de environ 150′, mais la pyrite est mélangée avec beaucoup d'autres matériaux, surtout avec du schiste et du calcaire. On rapporte qu'un trou à la perforatrice à diamant jusqu'à une profondeur de 169′ ayant une moyenne de 35% de soufre, a rencontré la pyrite.

Gisement "B".—On atteint ce gisement par un sentier d'environ ¼ de mille de long dans une direction sud-ouest à partir de la décharge du second lac. La partie centrale de ce sentier passe le long d'un schiste siliceux de couleur claire garni de petits cristaux brisés de hornblende, qui pourrait être pris pour du granite écrasé. Le gisement "B" est situé sur le flanc nord d'une chaine rocheuse de direction est-ouest et formant la rive sud d'un petit lac. Des tranchées sur le flanc de la colline révèlent une longueur de 900′ soit de pyrite ou de chapeau de fer, et le fond du lac de ce coté semble être formé de limonite. La pyrite ici quoique zonée de schiste vert, est de bonne qualité. Sur le flanc de la colline où le drainage est bon, le chapeau de fer est mince et laminé, mais celui-ci forme un massif de limonite important dans le lac et dans la dépression à l'extrémité orientale.

Gisement "D".—Le gisement "D" est situé le long de l'extrémité sud de la colline à une courte distance à l'ouest du lac. Les affleurements de pyrite se sont ici altérés à la surface d'une manière curieuse, les fractures fraiches montrant un minerai beaucoup plus pauvre que ne semblerait

indiquer la surface. Ce gisement est le plus petit et le plus pauvre de la série.

Gisement "E".—Le gisement "E" est situé à une courte distance à l'ouest au-delà d'un petit marais. Coleman décrit ainsi ce gisement:[1]

Le premier affleurement vers l'ouest, appelé "E" par les prospecteurs qui l'ont exploré, a une direction est-ouest sur une distance de 100′, et en section en travers montre du sud au nord:

Pyrite avec un peu de schiste vert	8	pas.
Calcaire en partie caché sous les débris	6	"
Pyrite	4	"
Schiste vert (direction 100°, pendage 60°.5)	33	"
Pyrite avec un peu de silice cellulaire	29	"
Silice zonée très rouillée (pendage 25°.5)	19	"
Largeur de la section	98	pas.

"Juste à l'ouest du sommet de la colline sur laquelle la section a été mesurée, le calcaire et beaucoup de pyrite ont été dissoutes et il s'est formé un ravin étroit. A cet endroit on a creusé un puits de 25′ de profondeur. Les matériaux sur le terril sont principalement du calcaire, avec quelques assises de schiste vert et plusieurs masses de pyrite-quelquefois zonée de calcaire.

"Le calcaire est exactement semblable à celui de la série Grenville, mais la silice à l'extrémité nord est certainement de formation ferrifère quoiqu'elle contienne quelques petites bandes de magnétite. La pyrite a souvent un aspect porphyritique, de grands cristaux étant englobés dans une pâte plus fine.

"A une courte distance au nord de ce lac le long du sentier qui conduit à l'affleurement "E", il y a une bande presque droite de calcaire cristallin qui a été suivie sur une longueur de 410 pieds. En quelques endroits elle a 35′ de largeur, mais en moyenne elle est moins large que cela. Parallèlement à cette bande vers le nord il y a une longue dépression qui montre quelquefois un chapeau de fer sur son coté nord et représente peut-être une bande de pyrite. Le calcaire est blanc ou gris et pend environ à 80° vers le sud avec une direction presque est-ouest. Après 410 pas la diorite semble couper le calcaire, mais à 160 pas à l'est il y a deux puisards de direction est-ouest ayant la forme de tranchées. Le plus grand a 15′ de long, 8′ à 10′ de profondeur avec 6′ de pyrite partiellement décomposée au fond.

Bear Claim.—Ce claim ne fut pas visité par Mr. Fraleck; Coleman le décrit ainsi:[2] Le gisement le plus à l'est, appelé le claim à l'ours, présente plusieurs caractères intéressants et a la plus grande étendue de tous les affleurements vus, avec une longueur est-ouest de 1200′ et une largeur de près de 300′. A l'ouest il a un sol bas tourbeux avec des petites mares contenant un pied ou plus d'ocre ou du minerai de fer des marais formé

[1] O.B.M., 1906, pp. 184-5.
[2] O.B.M., 1906, p. 186.

au dépend du gisement et une grande partie du gisement lui-même est formée de chapeau de fer recouvert de drift.

"Une partie découverte vers le milieu montre un chapeau de fer ou de la pyrite en plusieurs endroits de bord en bord du gisement sur une largeur de 150′, mais aucune partie dépouillée ne traverse complètement le gisement dans le sens de la largeur. Vers l'est, des murs de schiste vert ou de porphyrite schisteuse de hornblende s'élèvent de chaque coté et à l'extrémité orientale le gisement à l'apparence d'un amphithéatre avec des murs de 50′ à 75 de hauteur. Ici la pyrite semble avoir un pendage dans tous les sens sous la porphyrite à hornblende, comme si on avait affaire à un dôme dont le sommet aurait été enlevé. La pyrite s'est décomposée près du sommet du mur de l'amphithéatre, permettant au schiste de s'élever au-dessus de lui-même comme un mur. Il n'est pas certain que la vallée se soit formée par la destruction de la pyrite, mais les faits nous portent à le croire. La pyrite de ce claim semble plus mélangée avec de la roche stérile que dans la plupart des autres gisements, mais il couvre une étendue plus grande que les autres.

Les descriptions qui précèdent montrent qu'il y a une superficie considérable de roches pyriteuses près du lac Goudreau, et montrent qu'il n'y a eu que très peu de travaux d'exploration faits dans ce district. Il serait nécessaire de faire plus de travaux pour avoir une idée juste de la quantité et de la qualité du minerai disponible. Il y a de grandes dépressions à chapeau de fer et à minerais de fer des marais qui n'ont pas encore été prospectées. Il n'est pas déraisonnable de s'attendre à ce qu'on trouve dans ces endroits des gisements de qualité supérieure à ceux qui ont été trouvés sur la colline. Les dépôts "B" et "C" sont de meilleure qualité que les autres et avec un peu de triage, leur produits pourraient donner approximativement 40% de soufre. On pourrait trouver sans doute dans d'autres gisements des lentilles de minerai à 40% de soufre. Le reste du minerai contenant entre 25% et 30% de soufre pourrait être concentré facilement en un produit de 48% à 50%. Le plan est très simple et le prix de traitement dans un pays repus de pouvoir d'eau n'excéderait pas 60 cents à la tonne. Le surplus de limonite loin d'être d'aucune valeur économique paierait l'extraction si on l'enlève avant qu'elle soit contaminée par l'exploitation de la pyrite.

Quelques gisements sont associés à la formation ferrifère, mais le voisinage de la roche éruptive verte (greenstone) vers le nord les rapprochent de quelques-uns des gisements de l'est d'Ontario.

La "Lake Superior Corporation" a fait des travaux d'exploration sur ces gisements, mais les résultats ne sont pas encore connus du public.

Pyrite au sud de Chelmsford—Mine Clark, Lot 9, concession VI, canton Creighton, district d'Algoma. Sur cette propriété on a fait une tranchée de 50′ de long, et de 3′ à 12′ de profondeur, en travers de la direction qui est vers l'est; cette tranchée montre un chapeau de fer sur toute sa longueur. Le chapeau de fer vers le nord a été clairement formé par suintement du gisement; celui-ci est situé le long de la chaine rocheuse.

Etant donné le peu de travail exécuté et la rapidité d'oxydation, il n'a pas été possible de voir de la pyrite en place, mais quelques morceaux sur le terril était de haute qualité.

La roche encaissante vers le sud est un schiste cristallin tacheté à structure assez massive.

Mine Craig et Hamilton. Le lot voisin à l'ouest a été prospecté pour le cuivre. Le travail exécutée consiste en plusieurs tranchées, des excavations d'exploration et un puits de 50′ qui a été creusé dans la pyrite zonée de la chalcopyrite, de la bornite et dans un schiste argilleux graphitique. D'après l'apparence du terril il semble que si on faisait un triage convenable le minerai aurait une teneur assez forte en soufre pour être employé à la fabrication de l'acide.

Ces gisements sont à 7 milles par chemin de voiture de la gare Chelmsford sur le chemin de fer Canadian Pacifique et à 4 milles sur un terrain plat de la voie.

Autres gisements. Dans le voisinage de Rossport et Jachfish sur le chemin de fer Canadian Pacifique, on a pris des locations pour l'or; ces locations semblent contenir de la pyrite en quantité suffisante pour qu'on puisse s'attendre à ce qu'elles se développent en mines de pyrite. Mr. Fraleck n'a pu obtenir des données authentiques sur le lieu exact de ces gisements et il lui a été impossible de les visiter tous.

Dans d'autres districts, surtout dans celui de Sudbury, les prospecteurs semblent avoir ouvert des gisements de pyrite à certaines époques et les abandonnèrent quand ils constataient qu'il n'y avait pas de nickel. S. F. Miller[1] dans son rapport sur les minerais de fer du district de Nipissin, a découvert de grandes ceintures de roches pyriteuses parallèles aux claims ferrifères. Il pense qu'elle forment avec les chaines à jaspilite les jambes alternatives d'un anticlinal érodé. Il est possible que ces gisements puissent devenir une source de pyrite, aussitôt que les districts dans lesquels on les a trouvés auront de meilleurs facilités de transport.

Pyrites au nord de la ligne de partage des eaux de la baie d'Hudson.

Ile de portage sur la rivière Mattagami.—Sur une île de portage sur la rivière Mattagami entre les deux points de jonction avec les rivières Kakoshish et Kapuskasing il y a un dépôt de pyrite de fer qui fut exploité par A. G. Burrows et E. L. Fraleck en 1900.[2]

Le premier mentionne l'existence d'une veine de quartz imprégnée de pyrite et de grenats. Cette veine a environ 30′ de largeur et on peut la voir sur une longueur de 40′. Un échantillon de la veine, formée de pyrite presque pure a donné à l'analyse pour l'or $1.40 à la tonne. On n'y a fait aucune tranchée et on ne connait ni la quantité ni la qualité du minerai.

Dépot de Big River.—Dans le rapport du Bureau des Mines de 1895,[3] Mr.

[1] O.B.M. 10e Rapport Annuel, 1901, p. 173.

[2] Rapport du levé et de l'exploration du nord de l'Ontario, 1900, pp. 66 et 67.

[3] Page 255.

E. B. Borron cite la description de John Driver sur un grand dépôt de pyrite sur la Big River, un tibutaire de la rivière Opasatika. John Driver qui partit du poste Brunswick dit: "Nous descendîmes la Misabini jusqu'au portage de l'Opasatika en une ligne droite nord-est, sur une distance de 40 milles, et alors nous traversâmes au lac Opasatika qui est à 3 5 milles au sud de la rivière Misabini.

Depuis l'extrémité ouest du lac Opasatika jusqu'à la jonction de l'extrémité sud-ouest du lac Missabini il y a 91 milles, y compris 5 5 milles sur la Big River au gisement de la pyrite. Nous examinâmes le gisement en question que nous eûmes aucune difficulté à trouver et ensuite nous coupâmes un sentier au chemin sur la rive sud en descendant avec le camp; une distance de 1.5 mille..... Nous découvrîmes la roche le long de la rive sud sur toute la largeur de pyrites qui a 35′ entre les épontes. Je fis partir quelques coups de mine qui brisèrent la roche et j'obtins ainsi des échantillons. Je découvris alors le roc à une distance de 100′ de la rive et je trouvai que la veine était recouverte d'une couche de glaise de 1′ d'épaisseur. Mes hommes découvrirent la veine entre ses épontes et je trouvai qu'elle était de 35′ de largeur. La direction est nord-ouest 2° ouest et le pendage de 65° est. En suivant la veine vers le sud je trouvai qu'elle était recouverte d'une épaisse couche de sol. Le roc s'élève graduellement en s'éloignant de la rivière et à 300 verges il est à environ 20′ au-dessus du niveau de l'eau."

"Quand Mr. Borron explora la Big river en 1886, il pensait que le roc de la rivière dont il prit un échantillon, était un bloc erratique, mais je trouvai qu'il formait une partie de la veine, 15′ le large et 2′ au-dessus de l'eau. Il traverse un tiers de la rivière qui fait une courbe à cet endroit vers le sud et revient sur elle-même, de telle sorte qu'en suivant la direction de la veine sur le côté nord, elle coupe à travers cette pointe de terre qui est formée de matériaux de drift..... Cependant en remontant la direction, je trouvai que la veine affleure au pied d rapide sur le côté sud de la branche ouest des fourches de la rivière, un demi mille au nord-ouest de l'endroit où je travaille. Ici le roc est recouvert d'une épaisse couche d'argile dure. J'employai les hommes à nettoyer la partie de la veine et je pris les échantillons que je pus détacher avec mon marteau-pic. A en juger à la surface, la pyrite ne parait pas aussi bonne qu'à l'autre endroit en aval quoique je sois presque positif que c'est la même veine. Le roc est recouvert d'une couche si épaisse d'argile que je ne pus pas suivre la veine plus loin, mais il n'y a pas de doute qu'elle se continue beaucoup plus loin vers le nord. En remontant 300 à 400 verges je trouvai que la roche du pays changeait, étant sur le côté ouest de la veine Laurentienne pendant que sur le côté est et tout le long en descendant la rivière jusqu'au premier rapide, c'est de l'ardoise que j'ai pris pour du Huronien."

Portage Lower Island. Rivière Mattagami.

E. L. Fraleck rapporte qu'à ce portage il y a toutes les indications d'un gisement considérable de pyrite de fer.[1]

Pyrite sous l'hématite.

Les minerais de fer de l'est d'Ontario sont caractérisés par une haute teneur en soufre. En plusieurs localités on sait qu'ils recouvrent de la pyrite. Dans quelques cas, on exploita des pyrites jusqu'à ce que la teneur en soufre, due à la présence des pyrites, devenait trop forte pour l'expédition, et on abandonna la mine. La profondeur limite d'exploitation, comme gisement de minerai de fer, varie de 25′ à environ 80′. On peut trouver sur les vieux terrils des morceaux de minerai de fer ayant le cœur formé de pyrite. Il ne semble pas y avoir rien autre chose que le chapeau de fer des massifs de minerai sulfureux, subséquemment altérés de la limonite à l'hématite.

Il n'y a qu'un cas, celui de la mine de cuivre Eldorado, où le développement de la mine s'est continué après que l'hématite convenable au marché du minerai de fer ait été épuisée. Cette propriété fut exploitée pendant quelques temps pour le cuivre et on y avait érigé un petit four à matte pour traiter le minerai. La mine fut fermée en 1907 après que le massif de minerai eut été suivi à une profondeur de 300′. Il ne semble pas qu'elle fut jamais une bonne mine de cuivre, mais il se pourrait qu'elle eût quelque valeur comme mine de soufre.

Dans la liste qui suit nous donnons les numéros du lot et du rang de certaines localités de l'est d'Ontario où on a signalé de l'hématite. Plusieurs de ces localités sont des gisements inexplorés, d'autres sont des mines abandonnées.

	Rang.	Lot.
Comté Hastings, canton Marmora...	IX	6, 12, 13, 14
	X	13, 14, 16
	XI	16
Conté Hastings, canton Madoc.....	I	18, 19
	II	2, 18
	V	11, 12, 13, 15, 17, 18
	VI	4, 7, 9, 10, 12, 13
	VII	6, 8, 9
Comté Hastimgs. Huntingdon. ...	XIV	9
Comté Hastings, Faraday.....	X	21
	XI	21
Comté Frontenac, canton Portland	IX	6, 7
	X	7
	XII	5

[1] Exploration dans le nord de l'Ontario, 1900, p. 81.

Comté Leeds, canton Crosby.....	VI	5
canton Bastard.....	IX	24
Comté Lanark, canton Bathurst...	IV	4
	X	22, 23
	XI	21
	XII	21
Comté Lanark, canton Sherbrooke .	XI	11
	XII	11
" " canton Dalhousie...	IV	1
	XI	11
	XII	11
" " canton Darling.....	III	22
	IV	16, 22
	XI	22, 23, 24, 26, 27
	XII	26, 27

Relations géologiques.

En discutant les relations géologiques des gisements de pyrite dans Ontario, Fraleck dit qu'on a trouvé des gisements de pyrite sur une surface de 170,000 milles carrés, tant dans l'est, le nord, que l'ouest d'Ontario.

En se basant sur la roche associée au gisement il divise les dépôts en 3 classes comme suit:

1. La classe gneissoïde, comprenant les dépôts de Brockville et de Mattagami. Dans les deux cas il y a des types basiques à proximité du gisement.

2. Ceux de la formation ferrière, comprenant les mines Helen, celle du lac Straw Hat et probablement celle du lac Goudreau; ceux situés dans le calcaire cristallin de l'est d'Ontario ont une origine semblable s'ils ne sont pas du même âge.

3. Les autres sont associés aux schistes cristallins avec, en presque chaque cas, une roche éruptive à proximité.

PYRITES EN COLOMBIE BRITANNIQUE.

On connait le minéral pyrite en plusieurs localités de cette province. Dans la plupart des gisements elle est associée à l'or ou aux minerais de cuivre, et les dépôts n'ont aucune valeur pour la teneur en soufre du minéral. A l'heure actuelle il n'y a aucune mine de pyrite exploité pour le soufre en Colombie anglaise et on n'en fait mention dans aucun rapport. Les sulfures que l'on exploite sont passés au smelter pour récupérer le cuivre et les métaux précieux et on brule le soufre. Il est possible que plus tard, avec le développement des industries manufacturières, il y ait un marché pour les minerais à teneur de soufre. A l'heure actuelle l'importation du soufre brut du Japon qui coûte $17 à $18 la tonne à la cargaison, aux ports de mer, suffit aux besoins.

Il y a deux localités qui méritent d'être signalées pour leur dépôts de pyrite, ce sont: La propriété de Hidden Creek de la Granby Consolidated Mining and Smelting Company et un gisement sur la rivière Excstall à environ 35 milles en amont de Port Essington, dont la British Pyrites Company est propriétaire.

Hidden Creek.[1]—Cette propriété est située à environ ¾ de mille de la marée sur la baie Goose à la tête de l'Observatory Inlet. C'est maintenant la Granby Consolidated Mining and Smelting Company qui en a le controle, et elle possède 14 claims et possède les droits miniers sur plusieurs autres. Cette compagnie a exploré et exploité ce gisement pour le cuivre depuis environ deux ans et il est probable qu'elle érigera bientôt un smelter. On a exploité un grand massif de minerai par un système de tunnels et perforatrices à diamant. Le tonnage du massif est estimé à environ 6,000,000 de tonnes de minerai à 2% de cuivre et environ 12,000,000 de tonnes de minerai à 1.65% de cuivre. En plus, les travaux de développement ont montré un tonnage considérable de minerai à plus haute teneur au-dessus de 5% et un tonnage considérable à plus faible teneur. On fait maintenant des travaux considérables pour mettre la propriété en opération sur une grande échelle comme mine de cuivre.

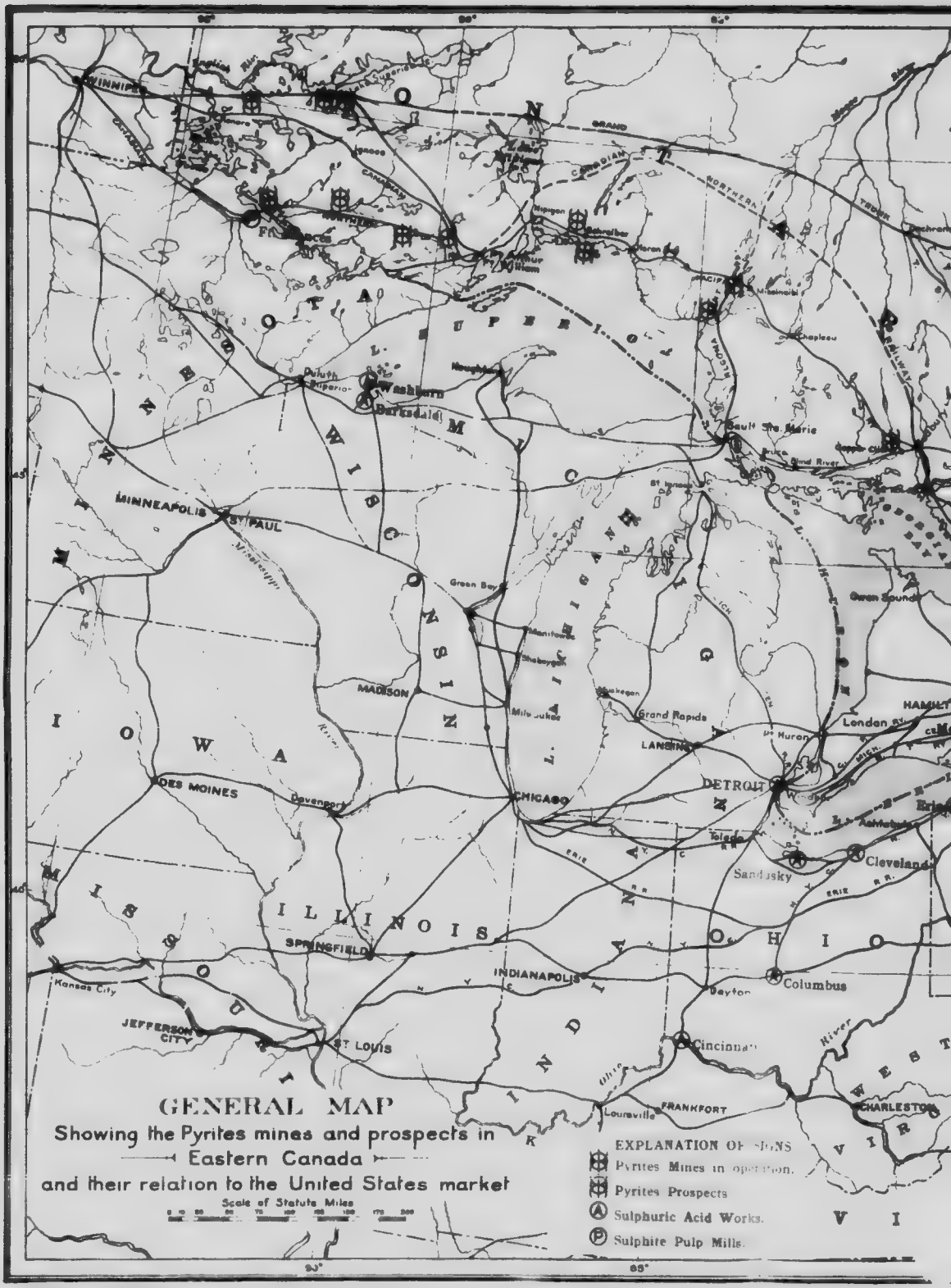
Une grande partie du minerai que l'on trouve sur cette propriété sont des sulfures presque purs à haute teneur en soufre et il y a un grand tonnage qui est de la pyrite pure.

Sous les conditions actuelles il n'y a pas de marché pour le soufre contenu dans le minerai, et comme conséquence le soufre sera brulé dans l'air dans le procédé du grillage au smelter. Si les conditions devenaient meilleures avant que le gisement soit épuisé, il y aurait un grand tonnage de pyrite à faible teneur qui deviendrait utilisable. Comme la mine est pratiquement à la hauteur de la marée il serait comparativement facile de délivrer le minerai à très bas prix à n'importe quel point sur la côte. Après un traitement dans un four à griller pour récupérer le soufre, le résidu pourrait être facilement soumis à un traitement pour récupérer le cuivre et les autres valeurs qu'il contiendrait.

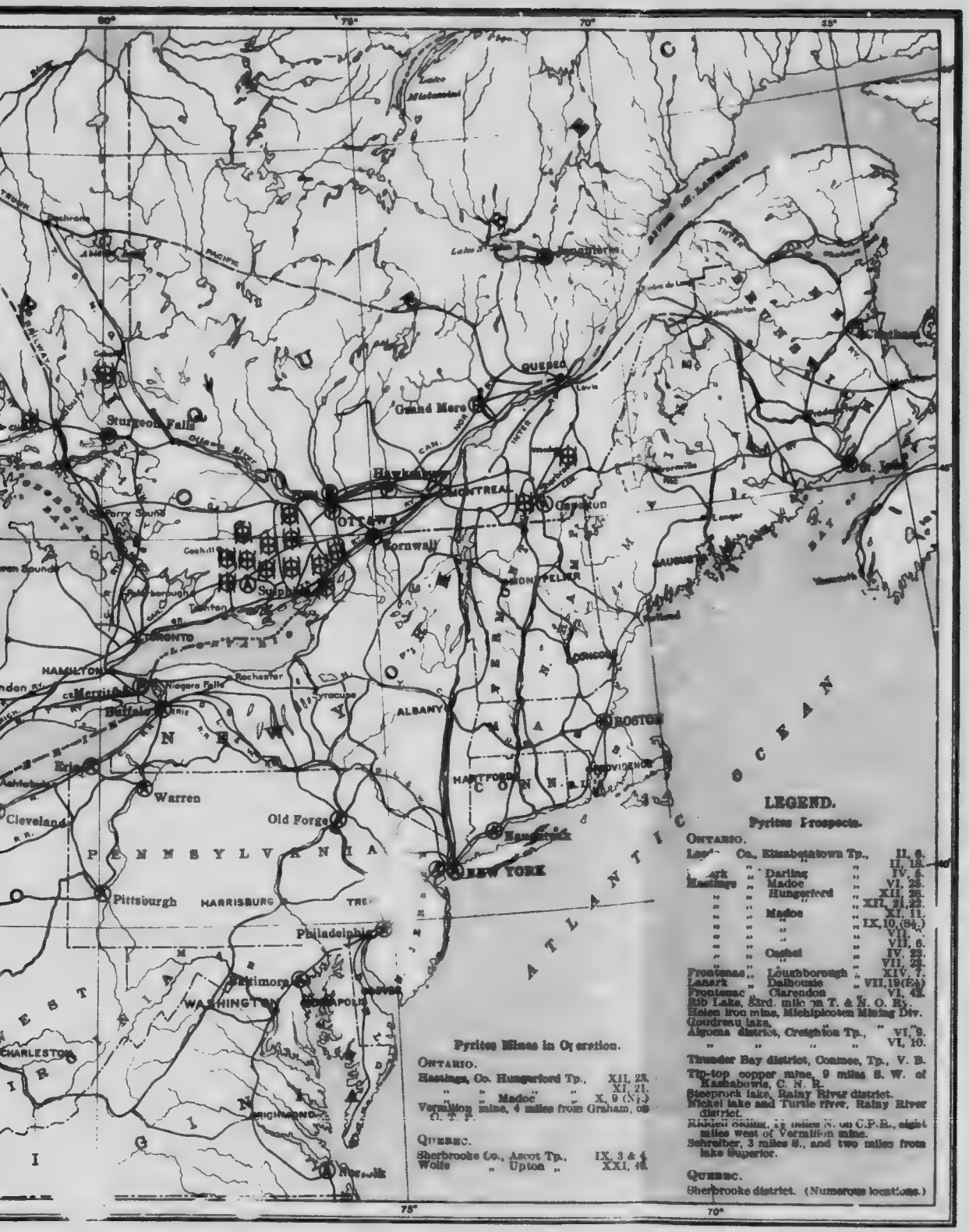
Rivière Ecstall.—Cette propriété est située sur le ruisseau Red Gulch, un tributaire de la rivière Ecstall, à la tête de la marée et à environ 35 milles en amont de Port Essington. L'entrée d'un tunnel de prospection, percé dans le minerai est à environ 2,400 pieds de la rivière. On dit qu'il y a une bande de chapeau de fer sur le côté ouest du ruisseau qui est probablement de la pyrite; cette bande peut être suivie sur plusieurs milliers de pieds et varie en largeur de 12′ à 200′.

L'auteur a visité le tunnel de prospection sur le ruisseau Red Gulch, mais n'a pas pu visiter l'affleurement à cause des conditions de la température. Le seuil de l'entrée du tunnel est percé dans le côté du ravin. A environ 50′ de l'entrée le tunnel coupe un massif de minerai de pyrite presque pure d'environ 15′ de largeur. On a exploité le minerai de chaque côté du tunnel sur une distance d'environ 20′ et sur toute la largeur du gîte

[1] Granby Consolidated Mining and Smelting Company, Grand Forks, C.B.



A. Pereira, Draughtsman
H. E. Baine, Chief Draughtsman.


80°
75°
70°
65°
Lake Mistassini
Cochrane
Sturgeon Falls
Parry Sound
Owen Sound
Peterborough
Toronto
HAMILTON
Niagara Falls
Rochester
Syracuse
Buffalo
Erie
Ashtabula
Cleveland
Warren
Old Forge
Pittsburgh
HARRISBURG
Philadelphia
Baltimore
WASHINGTON
ANNAPOLIS
CHARLESTON
RICHMOND
Norfolk
Grand Mere
QUEBEC
Lévis
Hawkesbury
MONTREAL
Cornwall
OTTAWA
Sherbrooke
MONTPELIER
CONCORD
ALBANY
BOSTON
HARTFORD
PROVIDENCE
New Haven
NEW YORK
Rimouski
St. John
Chicoutimi
Roberval
Mont Laurier
Lake St. John
Lake Temiscamingue
Lake Nipissing
Lake Superior
Lake Michigan
Lake Huron
Lake Erie
Lake Ontario
Lake Champlain
Lake Memphremagog
Lake Mistassibi
Lake Kenogami
Lake Chibougamau
Lake Chibougamau
Lake Mistassini
Lake Nitchi
Lake Ashuapmushuan
Lake Manouane
Lake Pemichigamau
Lake Mistassini
Lake Nitchi
Lake Ashuapmushuan
Lake Manouane
Lake Pemichigamau
Lake Kenogami
Lake Chibougamau
Lake Mistassibi
Lake Temiscamingue
Lake Nipissing
Lake Superior
Lake Michigan
Lake Huron
Lake Erie
Lake Ontario
Lake Champlain
Lake Memphremagog
Lake St. John
Lake Superior
Lake Michigan
Lake Huron
Lake Erie
Lake Ontario
Lake Champlain
Lake Memphremagog
Lake Mistassibi
Lake Temiscamingue
Lake Nipissing

l
de py
ted M
à env
Comp
i
maréc
nant
contr
autre
depui
On a
perfor
6,000,
nes de
ont m
sus de
tenan
sur u
l
des su
nage
S
tenu
dans l
leures
pyrite
queme
livrer
Après
sidu p
cuivre
R
tributa
en am
dan l
un
bablen
de pie
L'
mais n
rature.
enviro
que pu
du tu

[1] Gr

On rapporte que des affleurement montrant la pyrite existent en beaucoup d'autres endroits plus haut dans le ruisseau et sur le côté de la vallée. Ces gisements n'ont pas été visités. Le travail d'exploration a été confiné à l'ouverture du tunnel.

On dit qu'une expédition d'une centaine de tonnes de minerai provenant d'échantillons cueillis au tunnel a été faite à la Chemical Works de Victoria. Après essai on a trouvé que ce minerai était excellent pour la fabrication de l'acide.

L'analyse a aussi décelé une petite quantité d'or, d'argent et de cuivre. La teneur en soufre varie de 40 à 48%. Il faudrait faire d'autres travaux d'exploration pour déterminer si le massif de minerai vaut la peine d'être exploité. A présent il n'y a aucun marché sur la côté pour un minerai de cette nature et on ne fait aucun travail.

PYRRHOTINE DANS ONTARIO.

On se considère pas généralement la pyrrhotine comme un minerai de soufre parcequ'une pyrrhotine pure ne contient que 39.2% de soufre et de plus ce soufre ne peut être récupéré qu'avec difficulté, tandis qu'une pyrite pure contient 53.4% de soufre. On a cependant réussi à griller avec succès des pyrrhotines dans divers types de fours à griller sans être obligé d'employer une plus grande chaleur; le gaz produit contient moins d'anhydride sulfureux que celui produit par la pyrite. On pourrait peut-être trouver des conditions dans lesquelles il serait économique d'employer ces minerais pour la fabrication de l'acide.

On a trouvé de cette sorte de minerai dans quelques localités de l'est d'Ontario, mais les gisements connus les plus importants sont ceux des pyrrhotines nickelifères et cuprifères du district de Sudbury. Le travail d'exploration a décelé qu'il y a probablement environ 50,000,000 tonnes de ce minerai dans le district. Certain minerais contiennent plus de 25% de soufre, certains plus de 30%. Le procédé actuel consiste à griller le minerai en tas à l'air libre et ainsi on se débarasse de la moitié du soufre. Il semble qu'il ne serait pas commercialement pratique d'essayer à récupérer ce soufre à l'heure actuelle; en effet le coût de la récupération serait supérieur au pris du soufre lui-même. Si la demande du marché pour l'anhydride sulfureux devenait plus grande et avec l'introduction de procédés plus perfectionnés, il se pourrait que dans un avenir assez rapproché ou puisse modifier les conditions de traitement de telle sorte qu'il serait pratique de récupérer et de vendre sur le marché une partie de ce soufre qui aujourd'hui n'a aucune valeur et qui est rejeté dans l'air par le procédé actuel.

Notes sur quelques gisements de Pyrites à l'Étranger.

Les pyrites que l'on trouve sur le marché des Etats-Unis, sauf celles de la consommation domestique viennent principalement de l'Espagne et du Portugal. On en importe aussi de petites quantités de Norvège, de Terreneuve,

du Mexique, du Canada, et d'autres pays.[1] La valeur des pyrites sur le marché des Etats-Unis est pratiquement déterminée par la valeur des minerais espagnols.

Les gîtes de minerai de l'Espagne sont les plus grands du monde et leur production est aussi la plus grande. Comme la nature de ces gisements est intéressante au point de vue de la comparaison, nous en avons donné une description dans ce rapport. Nous avons aussi inséré quelques notes sur les gisements de Norvège et du Japon, ces derniers, parce que les pyrites japonaises seraient une source d'approvisionnement, s'il existait un marché sur la côte ouest de l'Amérique.

Dépots pyriteux de Huelva, Espagne.[2]

Les dépôts de pyrites de la province de Huelva, Espagne, sont probablement les plus importants dépôts connus de ce minéral. Ils sont connus et exploités depuis la plus haute antiquité. La description générale. de la région que nous publions ici est un extrait d'un article de Mr. A. Moncrieff Finlayson. La publication originale de l'auteur contient en plus une discussion plus détaillée des faits et une description individuelle de certains gisements. L'article de Mr. Finlayson contient aussi de nombreuses citations de la littérature sur le district.

Les gisements pyriteux occupent une ceinture s'étendant depuis Aznacollar en Séville, à travers Huelva, jusqu'à Aljustrel en Alemtejos (Portugal). Leur distribution apparente sous forme de ceinture est purement fortuite, et elle est due aux conditions tectoniques du district, mais, sur une plus petite échelle nous trouvons des lignes très bien marquées de minéralisation s'étendant sur des distances de deux ou trois milles et comprenant plusieurs massifs détachés.

Les filons ont une forme lenticulaire, aussi bien en plan qu'en section transversale, mais leurs dimensions sont variables et il y a tous les passages depuis la lentille très allongée jusqu'aux masses raccourcies et larges. Un type que l'on rencontre souvent est la forme en coin en plan, avec une extrémité large et l'autre en pointe. Règle générale cependant les deux extrémités du massif s'étalent sous forme de plume le long de la direction. Les gateaux de minerai peuvent exister le long des murs et ils se divisent en filaments, aussi bien à leurs terminaisons en direction que verticalement.

Leurs extrémités inférieures s'éffilent généralement en pointe en section en travers, et cette disposition est souvent accompagnée d'une diminution en longueur aux minéraux successifs, mais souvent ils ont une base large, spécialement quand ils sont englobés dans un porphyre comme dans le cas des massifs de Rio Tinto.

Les dépôts varient beaucoup en dimensions, mais ils ont une tendance à avoir des dimensions proportionnelles entre eux. Les plus grandes masses

[1] Voir Chapitre III, tableau 15.

[2] Résumé de l'article sur le même sujet par A. Montcrieff Finlayson, Economic Geology, Vol. V, pp. 357-372 et 403-437, 1910; voir aussi P. Truchot "Les Pyrites", pp. 32-64, 1907.

comprennent les massifs de San Dionisio et les filons du sud de Rio Tinto qui ont ensemble une longueur de 4.5 milles. La Zarza a une longueur de 1360 verges et les massifs de Sotiel ont une longueur de plus de 1100 verges. La grande majorité des massifs cependant varient en longueur depuis 300 à 750 verges. La largeur maximum des massifs est généralement proportionnelle à la longueur, mais il y a une irrégularité considérable. Le San Dionisio, probablement le plus grand massif du district, atteint une largeur de 270 verges, mais la majorité des grands massifs varient en largeur depuis 16 à 32 verges.

La profondeur des filons est, dans le premier cas, proportionnelle aux autres dimensions. Ainsi le San Dionisio est ouvert jusqu'à une profondeur de 1640′ et on sait qu'il s'étend encore plus bas. Ce cas est cependant exceptionnel, car la profondeur maximum à laquelle s'est développée la pyrite n'a pas excédé dans aucun cas 3370′. Quelques massifs semble avoir excédé 1600 pieds, mais la plupart ne dépassent pas 1000′. Les petits massifs s'amincissent en pointe à une beaucoup plus faible profondeur encore. Le facteur de dénudation a été cependant la principale cause dans la détermination de la profondeur actuelle des massifs dans ce district. Ceci est très frappant quand on a deux ou plus de deux massifs en échelons. Dans ce cas, un massif peut disparaitre à une faible distance au-dessous de l'affleurement tandis que le voisin n'a pas d'affleurement mais disparait avant d'atteindre la surface. L'effet extrême de dénudation que l'on a pu voir quelquefois est celui où tout le massif a été érodé et transformé en chapeau de fer ne laissant aucun sulfure au-dessous. D'un autre côté, plusieurs massifs sont amincis à la surface et montrent que l'érosion ne les a que faiblement touchés.

Les épontes du filon sont généralement bien définies et marquées par une lisière d'argile. Les glissements sont communs et les épontes sont à tout point de vue semblables aux veines du type normal. Ils marquent clairement des plans de mouvements antérieurs. Les ardoises adjacentes sont fréquemment broyées et tordues, spécialement dans la continuation du canal du massif, et on voit quelquefois des brèches à ciment de quartz et de pyrite, surtout quand les massifs touchent au porphyre, comme à Rio Tinto, ou à la diabase comme à San Domingo.

Un fait caractéristique de ces filons c'est qu'on les trouve invariablement le long des plans ou zones de moindre resistance, comme au contact du porphyre et de l'ardoise, ou du quartzite et de l'ardoise. La zone de Cabezas del Parto, par exempple, est située dans une ceinture d'ardoise broyées, d'environ 165′ de largeur, avec des quartzites au nord et du greywacke au sud. La position des filons à travers cette superficie a été clairement déterminée dans chaque cas par la structure des terrains, c'est à dire par les lignes naturelles de faiblesse qui ont laché prise sous l'effort de la poussée et on occasionnée le laminage ou le renversement.

La roche encaissante.—Des 33 principaux massifs ou groupes de massifs du district il y en a 4 qui sont pratiquement englobés dans le porphyre, deux sont au contact de l'ardoise et de la diabase. 11 sont au contact de l'ar-

doise et du porphyre et 16 sont situés dans des ardoises ou roches sédimentaires associées. En considérant leurs relations structurelles, on est immédiatement amené à penser qu'il n'y a pas moyen de rapporter l'origine de ces gisements à aucun groupe de roches ignées per se.

Au delà des épontes la roche est impregnée de pyrite jusqu'à une distance de 30′ à 45′ selon les dimensions du filon, et l'effet est généralement plus prononcé au toit. Plus loin la roche a subi les effets d'une action hydrothermale à un dégré très marqué, et forme la zone de "Salbanda". A San Dionisio et à Rio Tinto, le porphyre a subi une altération sur une distance de 30′ à 60′ du mur et a été transformé en une roche poreuse et terreuse remplie de phénocristaux de quartz inaltérés.

Structure des filons.—Les filons typiques sont formés de pyrite massive et homogène. Le minerai est remarquablement libre de toute roche stérile. Il y a quelquefois des enclaves de roche encaissante, mais elle n'ont pas d'importance vu la largeur du filon. D'autres fois les filons sont séparés par des couches de roche. Les failles postérieures ne sont pas communes sauf dams le cas de quelques petits filons où a eu lieu un déplacement considérable ou même une séparation du filon. Le fait que le mouvement a eu lieu cependant depuis que le filon existe est clairement montré par les joints nombreux et souvent caractéristiques qui traversent la masse du minerai. Ainsi on a une série de joints parallèles à la direction du filon, et souvent une autre série de direction transversale allant d'un mur à l'autre et se continuant même dans la roche encaissante. Enfin il y a souvent des joints horizontaux ou "planchers" et des joints irréguliers en diagonale. Les plans de joints sont presque toujours très lisses et souvent doublés de quartz. L'absence de failles dans les massifs est probablement due à leur nature massive et résistante.

Le minerai typique a rarement la structure zonée qui forme des couches dans certaines parties du massif; ces couches alternent ou passent insensiblement au minerai massif. On peut cependant discerner un fin zonage parallèle aux épontes du massif.

Les minerais. Le chapeau de fer.—Le minerai essentiel de la zone oxydée est une hématite contenant plus de 50% de fer, et depuis 10 à 15% de matières silicieuses et argileuses. Sa profondeur varie depuis 88′ à 160′ avec une moyenne de 100′. La profondeur d'oxydation a été clairement définie, dans tous les cas, par le niveau topographique des eaux du sol, quoiqu'elle dépende aussi à un moindre degré de la porosité relative des roches encaissantes. L'apparence de l'affleurement est souvent quelque peu décevante; ainsi dans le cas des minerais dont la terminaison supérieure n'atteint pas la surface actuelle la ligne d'affleurement peut être marquée seulement par les ardoises ferrugineuses, ou il se peut qu'on ait aucune indication de la présence du minerai en-dessous.

La limite inférieure du chapeau de fer est très bien nette et bien définie et le contact entre le chapeau de fer et le minerai sulfuré est quelquefois marqué par une zone terreuse contenant beaucoup d'or et d'argent.

Zone des sulfures enrichis.—La partie supérieure de la zone sulfurée sur une épaisseur de 3′ ou plus est généralement composée de pyrite lavée et appauvrie, contenant seulement des traces de cuivre. En-dessous commence la zone des sulfures enrichis qui donnent à l'analyse depuis 3 à 12% de cuivre, avec une moyenne de 4 à 7%. La pyrite enrichie qui est plus teadre est plus poreuse que le minerai d'en-dessous, contient comme produit d'enrichissement de la chalcopyrite et de la chalcosine. La chalcopyrite et la chalcosine sont toutes deux abondantes dans la partie supérieure de la zone où elles forment le remplissage fissures dans le minerai et dans la roche encaissante. La bornite n'est pas caractéristique, mais on a trouvé des filonnets de galène argentifère avec quelquefois de la tétrahédrite et d'autres minerais argentifères comme produits secondaires dans quelques massifs. On trouve le gypse et la barytine comme minerais secondaires et remplissage des fisseurs et joints. On trouve aussi du cuivre natif en petite quantité sous forme d'arborescence et aussi comme dépot sur les vieux bois de la mine.

Etant donné la transition imperceptible entre le minerai enrichi et le minerai pauvre, on ne peut pas déterminer exactement la profondeur de la zone d'enrichissement, et quand il y a des failles ou des fissures dans les massifs il peut en résulter un enrichissement local à une plus grande profondeur que d'habitude. Cependant on peut fixer la profondeur d'enrichissement depuis 160′ à 200′ au-dessous du chapeau de fer ou 260′ à 325′ en-dessous de l'affleurement. A cette profondeur le minerai contiendra dans les plupart des cas 3% de plus de cuivre.

Zone des sulfures primaires et pauvres.—Avec la profondeur le cuivre, qui a été le premier à enrichir le minerai et le dernier du massif primaire, va progressivement en diminuant. La teneur des minerais primaires varie entre 0·8% et 2% de cuivre, pendant que quelques uns comme ceux de El Peruval et de la Zarza donnent à l'analyse 0·5% ou moins. Le taux d'appauvrissement en profondeur varie. Dans les masses à faible teneur, il peut y avoir qu'un faible changement pour des grandes profondeurs. Quoique la loi d'appauvrissement en profondeur tienne bon, il y a des exceptions locales. A plusieurs mines on a trouvé des lambeaux de minerai primaire très riche (chalcopyrite) à ou près de la terminaison inférieure des massifs.

L'inclinaison de tous les massifs de Huelva est généralement très raide et varie très peu dans les différentes parties du district. Les différences dans le taux d'appauvrissement due à cette cause, si elles existent, ne sont pas faciles à déceler, et dans tous les cas il n'est pas probable qu'elles aient une signification économique.

Le minerai primaire peut être classé en 4 catégories; minerai massif, minerai zoné et complexe, ardoises pyriteuses et minerai magnétique. Le minerai massif dans lequel il faut noter qu'on peut toujours discerner de faibles traces de zonage, constitue la majeure partie des massifs. Il a une densité de 4·5 à 4·8 et contient de 48% à 53% de soufre. Comme la teneur en cuivre diminue, le minerai devient plus dur et plus blanc. La

quantité totale de silice, de l'alumine et des terres dépasse rarement 3 à 4%, sauf dans les minerais silicieux locaux. Il y a de petites quantités de plomb et de zinc. L'arsenic varie de 0·25% à 1%, et on constate la présence de traces de bismuth de sélénium, de tellure et d'autres métaux. L'argent existe en quantité depuis 1 à 15 once à la tonne et l'or va de 1% à 2% de [illegible] ont présent.

Pyrites en Norvège.

On trouve de grands gisements de pyrite cuprifère en Norvège le long de la chaine de montagne en gradins qui forme l'épine dorsale de la Scandinavie entre le 59° et le 70° de latitude. On exploite des minerais dans la région de Sulitjelma dans le Nordland, au nord du cercle arctic dans le district de Trondhjem et en différents autres endroits le long de la cote centrale et occidentale. Les gisements de Sulitjelma sont les plus productifs du royaume.

Les gisements norvégiens ont la forme lenticulaire typique et sont intercalés en concordance entre les lits d'un schiste cristallin appartenant au silurien inférieur. Ils sont généralement intimement associés à des masses intrusives de gabbro ou d'un granite sodique. Les massifs de minerai consistent en pyrite de fer et en chalcopyrite disséminée dans une gangue siliceuse surtout du quartz. Les veines varient en épaisseur depuis quelques pieds à plus de 60′; leur longueur horizontale à la surface n'est pas beaucoup plus grande que leur largeur, mais elles s'enfoncent à de très grandes profondeurs, formant ainsi des massifs de minerai dont la section est réduite, mais ayant une très grande largeur.

La gangue qui accompagne le minerai est généralement le quartz. Avec le quartz on trouve associées des quantités moindres de hornblende, de mica, et de grenat; on y trouve aussi comme minerais accessoires le feldspath, l'épidote, le sphène, la chlorite, le talc et la fluorine; il y a aussi quelquefois en petites quantités de la blende, de la pyrrhotine, de la galène et du mispickel.

A Sulitjelma la présence de ces minéraux comme gangue oblige à concentrer [illegible] s. On en fait deux produits, l'un contenant 4-8% de cuivre qu[illegible] elter, et l'autre contenant 14% de cuivre, 45% de soufre, 34-3[illegible] 2-2.5% de silice et d'alumine, qui est exporté.

On connait un certain nombre de massifs de pyrite en Norvège, mais ils ne sont pas exploités à présent à cause des difficultés de transport.

Pyrites au Japon.[1]

Le Japon possède 38 des 250 plus grandes mines de cuivre du monde selon Weed.[2] Les minerais de cuivre se présentent en veines, en imprégna-

[1] Voir "Mining in Japan, Past and Present", publié par le Bureau des Mines, Ministère de l'Agriculture et du Commerce, Japon 1909.

[2] "Copper Mines of the World" W. H. Weed 1908, p. 149.

tions ou en massifs dans des roches volcaniques acides et en lentilles de pyrite cuprifère dans des schistes cristallins.

Ces gisements sont exploités surtout pour le cuivre que ces minerais contiennent, le soufre étant perdu; cependant le minerai des gisements du type mentionné en dernier lieu pourrait être utilisé pour son soufre. D'après le "Mineral Industry" on a exploité un peu plus de 27,000 tonnes de pyrite au Japon en 1909, ce qui représente une production très faible quand on considère le nombre et les dimensions des gisements lenticulaires des pyrites de cuivre. On ne peut pas obtenir à présent d'indications, pour savoir de quelles mines ce minerai a été obtenu. Cependant comme il n'y a pas de doute que le Japon possède d'abondantes ressources de pyrite cuprifère et comme ces pyrites peuvent devenir un facteur important sur le marché de la cote du Pacifique pour faire compétition aux minéraux natifs, j'ai cru devoir donner un schéma des deux gisements les plus importants du Japon.[1]

La mine la plus importante de pyrite cuprifère est celle de Besshi. Cette mine est située dans la chaine de partage des eaux de Shikoku près de Kyoto dans le Japon méridional, et est située entre 3000′ et 4000′ au-dessus du niveau de la mer. Elle est reliée par chemin de fer à Niihama sur la cote qui est un point d'arrêt pour les paquebots.

Les roches du district sont des schistes chloritiques et graphitiques qui, près de la mine contiennent des bandes de schiste à piedmontite. Il y a des schistes quartzeux le long des deux cotés du gisement et en certains endroits ils passent graduellement aux schistes à sericite et à peidmontite. Il y a des affleurements de schistes amphiboliques d'exlogite et de plusieurs dykes de serpentine contenant de la chromite au toit du gisement et à quelque distance de celui-ci

Le gisement lui-même est décrit comme étant formé d'un lit de pyrite de fer cuprifère ayant une direction de 120° et avec un pendage nord dans le niveau supérieur de 45° et de 60° dans le niveau inférieur. Le lit a plus de 5000′ de longueur, 2′-30′ de largeur, et la partie la plus profonde aujourd'hui (1909) est à 2150′ de long du pendage. Dans le lit il y a deux gonflements qui semblent se diriger de la partie supérieure ouest à la partie inférieure est, avec une pente d'environ 45°. Il y a plusieurs failles en escalier dans la partie de l'est.

On peut classer le minerai en 3 catégories:

(*a*) Pyrite massive contenant environ 3% de Cuivre et 2% de SiO_2.

(*b*) Minerai zoné avec la roche stérile, contenant 4% de Cu, et 30% de SiO_2.

(*c*) Minerai enrichi.

La teneur moyenne du minerai durant une période de 3 mois en 1909 était 3.8% de Cu, 33.3% de soufre et 35.3% de fer.

A présent tout le minerai est passé au smelter dont environ 2-3 sont d'abord grillé en tas pour réduire la teneur en soufre; on le traite ensuite aux hauts-fourneaux; le reste du minerai est soumis au grillage pyriteux.

[1] Extrait de "Mining in Japan", p. 220.

Il existe d'autres gîtes de minerai d'un type semblable à la mine Kune qui est située dans la région montagneuse et boisée, sur le rive gauche du cours supérieur de la rivière Tenryû, à 36 milles au nord de la gare de Hamamatsu sur le chemin de fer Tokaidô. Le gisement le plus important forme un massif de minerai irrégulier ayant une longueur d'environ 1000′ avec une largeur moyenne de 45′ et 100′ de largeur maximum.

Il y a aussi d'autres lits sous forme de masses lenticulaires de petites dimensions variant en largeur de 3′ à 25′.

Le minerai donne à l'analyse 4.5% de cuivre, 43% de fer, 45% de soufre et 4.5% de silice. Le meilleur minerai contient plus de 20% de cuivre.

Il existe un grand nombre de dépots semblables au Japon, dont quelques-uns ont une importance considérable.

Tels sont les gîtes de pyrite de Hibira, de Hyuga et de Itsuki, qui sont exploités dans des ardoises carbonifères près du contact avec un porphyre quartzifère.

CHAPITRE V.

LE GRILLAGE DES PYRITES.

En pratique les sulfures des métaux sont soumis à un grillage, soit pour enlever une partie ou tout le soufre en vue d'en extraire seulement, le métal, ordinairement le cuivre ou le zinc, soit pour récupérer le soufre du minerai. Dans ce cas il faut enlever le soufre aussi complètement que possible, quoiqu'il puisse être nécessaire, si le minerai renferme du cuivre, de régler le grillage de façon à laisser une quantité suffisante de soufre pour permettre la récupération du cuivre aussi parfaitement que possible.

En venant de la mine les pyrites ne sont pas ordinairement prêtes à être chargées dans les fours. On doit presque toujours casser les morceaux les plus gros pour bruler complètement le soufre. Ce travail se fait parfois à la mine, mais le plus souvent à l'usine. Aux mines le minerai passe d'habitude des couffades directement sur une grille oscillante. Le dessus passe par un concasseur, où les gros morceaux sont cassés. La gangue et la matière rocheuse sont enlevées à la main sur le sol du concasseur. Le minerai concassé et la partie en-dessous de la grille passe par des trommels ou des vis sans fin pour séparer les fins. Dans certains moulins où l'on demande des produits plus fins, on emploie des concasseurs à mâchoires ou des cylindres, ou les deux. Le minerai finement concassé est alors traité sur des tables. Dans quelques usines de produits chimiques on achète les éboulis des minerais de la mine. Dans ces usines le minerai est souvent cassé à la main et ensuite tamisé pour séparer les fins des morceaux.

Quand les morceaux sont trop gros, ils ne brulent pas complètement; en enlevant les cendres de ces morceaux on trouvera à l'intérieur des parties de minerai cru. Les gros morceaux ont une tendance à devenir trop chauds en brulant, et peuvent former une crasse. D'un autre coté, du minerai trop fin tend à se coller ensemble et empêche l'accès d'une quantité suffisante d'air. En brulant des pyrites il est donc nécessaire de séparer les gros morceaux des fins et de les traiter séparément. Les fours à pyrites ne travaillent avantageusement que si les morceaux sont de grosseur uniforme, là où on peut le faire, il est prudent d'avoir plusieurs grosseurs. En pratique la plupart des usines ne semblent traiter que deux grosseurs "Les gros (minerai passant par un anneau de 2 pouces et demi, parfois 3 pouces) et les "fins" (minerai passant par un tamis de $\frac{3}{8}''$, parfois $\frac{1}{4}''$). Dans quelques usines on fait une grosseur intermédiaire ("Pois"); elle constitue la partie de minerai qui passe par le tamis de $1''$ et est retenue par celui de $\frac{3}{4}''$.

Les usines fabriquant de l'acide n'emploient, du moins en Amérique, presque exclusivement que du minerai en morceaux. Les essais de l'employer dans la préparation de l'acide sulfureux pour la fabrication du pa-

pier n'ont pas été très heureux, et ont été abandonnés.[1] Il y a quelques années on a construit en Europe des fours pour morceaux dans les moulins à papier; mais ils ont été remplacés graduellemet par d'autres fours.

Le minerai fin est brulé dans des fours d'un type spécial ordinairement arrangé de manière à pousser le minerai à griller, soit à la main, soit par des moyens mécaniques, pour activer la combustion, et pour empêcher un chauffage inutile et la formation de laitier. Le gaz obtenu de ces fours, surtout de certains types mieux perfectionnés, est plus riche en soufre que celui des fours en morceaux, et on peut l'obtenir pratiquement pur d'anhydride sulfurique (SO_3). Dans les usines d'acide on emploie souvent des fours pour le minerai fin de concert avec les fours pour minerai gros, et en Europe on en a construit dans beaucoup d'usines.

Types de fours à griller les Pyrites.

FOURS POUR MINERAI GROS.

Les fours pour le minerai en morceaux sont ordinairement construits en forme de batterie de 15 à 32 fours, chacun avec une section horizontale rectangulaire, disposée par unité sur 2 rangs, dos à dos avec un mur central commun. Cette disposition permet de recueillir d'une façon tout à fait uniforme l'acide sulfureux, économise l'espace et le matériel, conserve la chaleur et réduit grandement les premières dépenses. Les types de fours pour minerai en morceaux en usage dans le différentes usines d'acide, varient beaucoup dans la construction des accessoires. La description suivante peut être considérée comme description générale d'une série de fours types de construction moderne.[2]

Les batteries de four sont ordinairement construites en briques; la brique rouge est employé pour les parties basses, les parois extérieures et les voûtes. Falding place sur le devant une assisse de briques creuses en argile pour garder la chambre des fours plus fraiche et conserver la chaleur.[3] Les parois intérieures au-dessus des grilles, les voutes et les conduites de gaz sont en briques refractaires. Comme mortier on emploie de l'argile refractaire, ou pour les parties plus froides du four on prend du goudron et du sable, tous les joints doivent être à l'épreuve des fuites de gaz.

Les parois de devant ont ordinairement une brique d'épaisseur et sont verticales à l'intérieur; tandis que le dos ou le mur central entre deux fours consécutifs d'une batterie est de deux briques. Les parois latérales entre les fours adjacents ont 1·5 à 2 briques d'épaisseur jusqu'un peu au-

[1] Excepté un cas où une usine d'essai, maintenent en progrès est dit avoir réussi.

[2] Pour description et dessins détaillés voir:

Lunge Georges, Acide sulfurique et alcalis 3ième édition, Vol. I. Part. II, p. 291.

Falding F. J. "The Manufacturing of Chamber Sulphuric Acid" Mineral Industry, 1899 pp. 665-668.

Hoffmann, Handbuch de Papier Fabrication, Band II, pp. 1,462 etc.

[3] Falding, The Manufacture of Chamber Sulphuric Acid etc., p. 665.

dessus du niveau de la porte de chargement, et une brique d'épaisseur dans la partie supérieure. La voûte en dessous de la conduite de gaz a une épaisseur de 4·5 pouces et la voûte supérieure a la même épaisseur. Le dessus du four est ordinairement recouvert de plusieurs pouces de cendres bien broyées. En dessous des barres de la grille, les fosses de cendres peuvent être construites plus étroites que la surface de la grille, en élargissant la base du mur central et en l'inclinant progressivement des 2 côtés en inclinant les murs latéraux vers l'intérieur. Les murs extérieurs de la batterie ont ordinairement 18″ d'épaisseur.

La maçonnerie est revêtue de plaques en fonte, une pour chaque unité de batterie, chaque plaque étant munie des ouvertures nécessaires pour le travail du four. Les plaques du bout sont fixes. Le tout est relié par des poutres verticales-rails en aciers, poutres en I, ou en fonte spéciale retenues en haut et en bas par des tirants horizontaux (tiges en fer rond de 1½″). Les tirants sont fixés aux étançons par des étriers, et sont munis soit de mouffles de tension, soit de filets et écrous disposés de façon à permettre à la tension de suivre les conditions du four.

L'intérieur de chaque unité de four est divisé en 2 parties par les barres de la grille; la partie en-dessous de la grille formant la fosse à cendres, tandis que l'espace au-dessus constitue le four proprement dit.

Le sommet du four est voûté en briques refractaires, laissant une étroite ouverture centrale (5″ 8″ carrés) qui conduit à l'espace supérieure. Ces espaces au-dessus des fours sont réunis ensemble pour former une conduite à gaz, une de chaque côté, conduisant à une chambre de poussière, placée au haut du four. Dans certains fours une conduite centrale commune remplace les 2 conduites. Dans un autre système de fours la conduite est tout à fait [illegible], les parois latérales entre les fours forment ponts et l'espace au-d[illegible]s ponts, étant sans interruption, fait fonction de conduite. Da[illegible]ype de four on économise en apparence, sans perte de rendement, les dépenses de construction d'une voûte en briques refractaires, de 2 fois la longueur de la batterie.

La surface de la grille varie de 18 à 33 pieds carrés, la largeur usuelle étant d'environ 3 pieds et la profondeur du devant au dos de 5·5 pieds. La fosse des cendres varie de 18 à 24 pouces de haut. Le seuil de la porte de chargement est placée à environ 30″ au-dessus des barres de la grille la hauteur varie entre 20″ et 30″. La hauteur de la buyée de la voûte au-dessus des barres de la grille est d'environ 42″ et la flèche de la voûte est de 8 à 19″. Dans certains fours la voûte s'étend d'un bord à l'autre au-dessus de chaque four: dans d'autres une voûte est construite de chaque mur latéral au mur du milieu, allant ainsi dans le sens de la longueur des fours. La partie supérieure de la conduite de gaz est faite par une seconde voûte s'élevant de 8″ à 12″ au-dessus de la voûte du four et allant dans le sens de la longueur de la batterie. Dans certains fours cette voûte s'étend sur toute la batterie et est portée par les murs latéraux qui sont construits alors assez hauts.

Les barres des grilles sont parfois en fer, d'une section transversale plus longue que large, mais on emploie plus souvent des barres de section transversale carrée. Du fer de 2″ carrés est d'une dimension typique.[1] Les barres des grilles reposent sur 2 supports en fonte: pour des fours profonds en prend 3 supports. Les supports sont tournés sur les barres de grille, le diamètre du cylindre du support est le même que celui de la barre. Les bouts des barres qui dépassent le premier support, sont laissés carrés et munis d'une clef pour pouvoir les tourner et les secouer plus facilement. Les barres sont placées à 4″ de distance de centre en centre. Avec des barres carrées il est possible d'avoir ainsi 3 largeurs d'ouverture entre les barres. Si les barres sont toutes placées avec un côté plat horizontalement, la largeur de cette ouverture sera de 2″. Si les barres alternatives sont posées avec une diagonale de la section carrée horizontalement, l'ouverture sera de 16″, si toutes les barres sont posées avec une diagonale de la section carrée horizontalement, l'ouverture sera de 1·17″ de largeur. Ordinairement les barres sont placées les diagonales horizontales, c'est à dire, avec le moins d'ouverture possible entre elles. S'il est nécessaire d'enlever une partie des cendres, l'homme du four place la clef dans les barres, l'une après l'autre et les secoue quelquefois d'un côté et de l'autre. Ce mouvement élargit momentanément l'ouverture entre les barrés, et en même temps exerce une force de concassage sur les cendres près des barres mises en mouvement. Le but en est de forcer les cendres à tomber entre les barres. Le mouvement tend aussi à détacher les pyrites à une certaine distance au-dessus des grilles. En remuant les barres les unes après les autres, ou en secouant les barres alternatives, les cendres tomberont de toute la grille comme on l'a voulu.

Les devants du four en fonte ont ordinairement 1″ à 1·5″ d'épaisseur. Ils sont pourvus d'ouvertures convenables pour permettre l'accès à la conduite de gaz, au four au-dessus de la grille, aux bouts des barres de la grille et à la fosse des cendres. Entre la portée de chargement et celle des barres de la grille on rencontre moins fréquemment un trou d'homme. Les rebords des chassis de porte sont rabattus sur le devant de la plaque, disposés de façon que la partie inférieure de la porte est un peu plus éloignée de la façade verticale du four que le dessus. Les surfaces de ces rebords sont unies, ainsi que les surfaces des portes qui reposent dessus, de façon à former un joint étanche au gaz et à rendre inutile l'emploi d'un mastic. Les rebords plus larges en bas ont pour but de permettre aux portes de s'incliner vers l'intérieur à leur partie supérieure et ainsi pesér par leur propre poids contre les supports aplanis sur lesquels elles sont posées. Dans la plupart des cas les portes glissent dans les coulisses, mais parfois elles sont suspendues à des tasseaux en fonte sur les plaques. Parfois on les tient fermées par un verrou tournant et une clef à écran. Ordinairement 2 portes se trouvent au-dessus des barres de la grille supportées sur pivot pour pouvoir être relevées, tandis qu'une porte simple glissant dans des coulisses est reconnue suffisante pour chacune des autres ouvertures.

[1] Certains constructeurs de fours emploient du fer de 15″ carré.

Fours pour minerais fins.

Les fours pour pyrites fines consistent en un ou plusieurs foyers en briques refractaires, recouvert chacun par une voûte à une petite distance au-dessus, et disposés de manière à ce que la chaleur est retenue dans l'espace entre les foyers e les voûtes. On étudiera 2 types de ces fours: (1) fours à foyer unique, (2) fours à foyer multiple.

Four à foyer unique.—La forme la plus commune d'un four à foyer unique consiste en un foyer rectangulaire d'une largeur modérée et d'une longueur considérable. Le minerai est chargé par un bout du foyer, poussé continuellement en avant et est déchargé à l'autre bout dès qu'il est grillé. Si le minerai est avancé à l'aide de rateaux, mûs à la main, le foyer aura le long des 2 cotés des portes convenables une largeur ordinairement de 8′ à 10′. Dans les fours d'un rendement plus efficace, le minerai est poussé mécaniquement en avant par des rateaux, mis en mouvement par une chaîne sans fin, ou conduits par un bras muni d'un mouvement de translation. Pour avoir des cendres pratiquement libre de soufre, les fours à foyer unique doivent avoir une longueur considérable (120′-150′) ou même plus. Le gaz produit dans ces fours est relativement libre de poussière. Les fours sont d'une construction simple et faciles à réparer.

Certains types de fours opérés mécaniquement sont également construits avec un foyer circulaire unique, d'une largeur considérable (jusqu'à 36′). Ces fours sont allumés ou bien par une moufle ou bien directement et le minerai est poussé en avant par des rateaux conduits par des bras rotatifs mûs par une force quelconque. Ces fours sont construits seulement pour des usages spéciaux et ne sont pas employés expressément pour la fabrication de l'anhydride sulfureux.

(2) *Fours à foyer multiple.*—Ces fours sont construits avec 2 ou plusieurs foyers l'un au-dessus de l'autre. Les foyers peuvent être rectangulaires ou ronds. Dans les 2 sortes de four à foyer multiple, le minerai se charge par en haut, et descend lentement de l'arrière au devant par dessus les foyers en tombant d'un foyer à l'autre, jusqu'à ce qu'il soit déchargé en bas. L'air pour la combustion entre dans le four par en bas et le traverse en sens opposé du minerai. Ces sortes de fours sont d'une construction plus compliquée, plus difficiles à réparer et plus dispendieux parceque la poussière cause plus de trouble. D'un autre coté, les fours sont plus serrés, conservent mieux la chaleur et ont un rendement plus grand.

Falding[1] classifie les fours à griller les fins pour fabrication d'acide comme suit:

1. Foyer unique en ligne droite, four mécanique (Holthoff-Wethey).[2]
2. Foyer unique circulaire, four mécanique (Pearce turett).[3]
3. Des modifications avec foyer double des 2 fours précédents sont construites.

---

[1] Mineral Industry, 1899, p. 670.

[2] Mineral Industry, Vol. VI., pp. 449-450.

[3] Ibid., Vol. III, pp. 205-211 et Vol. V, pp. 267-268.

Ces fours emploient des sulfures brulant seuls et sont disposés comme des mouffles pour bruler des sulfures basiques comme la blende etc; de plus ils sont construits pour bruler le minerai avec un combustible auxilaire, où le gaz est perdu et ne sert pas à la fabrication de l'acide sulfurique.

4. Foyer multiple, en ligne droite, fours manœuvrés à la main (Modifications de Falding du type de Malétra-Shaffner.)

5. Foyer multiple en ligne droite, fours à mouffle manœuvrés à la main, pour blendes et sulfures basiques (Fours Rhenania.)

6. Foyer multiple en ligne droite, fours mécaniques (Fours Spence).

7. Foyer multiple en ligne droite, fours mécaniques avec mouffles pour sulfures basiques (Modification d'hegler du four Eichhorn-Liebig).

8. Foyer multiple, circulaire, fours mécaniques, refroidis à l'air. (Modification d'Herreshoff du type MacDougall).[1]

9. Foyer multiple, circulaire, fours mécaniques, refroidis à l'eau (Modification de Frash du type MacDougall).

10. Foyer multiple, circulaire four avec mouffle et manœuvrés mécaniques, pour sulfures basiques (type Haas-MacDougall).

Il existe encore beaucoup d'autres systèmes de four à foyer multiple Comme régle générale on peut admettre que les fours avec foyers rectangulaires ont ordinairement une large dimension et une capacité considérable. Ils sont en usage seulement dans les plus grandes usines, et là où l'on a en vue la préparation de l'acide sulfureux seulement pour la fabrication de l'acide sulfurique.

Dans la plupart des usines à acide, des fours à foyer multiple du type circulaire sont construits pour brûler les fins. Si l'on veut avoir une grande capacité on en réunit un certain nombre pour former une batterie de fours.

Dans les pages suivantes on décrit différents types de fours, qui sont construits plus souvent dans les usines d'acide, et qu'on commence à installer dans les moulins à pulpe sulfureuse.

Four à griller, système Malétra.

Dans la plupart des usines à acide de l'Amérique les pyrites fines sont grillées dans différentes formes de fours à griller mécaniquement. Dans plusieurs usines européennes et dans quelques moulins à papier, on emploie encore une sorte de four à griller opéré à la main. Il y a quelques 50 ans, les usines à acide d'Europe grillaient les pyrites fines en employant une partie de la chaleur des fours à griller pour gros. Mr. Malétra, propriétaire des usines de Petit-Quévilly près de Rouen, a eu l'idée de griller la poussière par sa propre chaleur, sans l'aide des fours pour gros. Cette idée à été élaborée vers 1867 avec Mr. Tinel comme collaborateur et a très bien réussi. De temps en temps un nombre de fours Malétra modifiés ont

[1] Mineral Industry, Vol. VI, pp. 237.

été construits. Dans la plupart des cas, ces fours sont maintenaut surannés, mais la description suivante du four original Malétra peut présenter quelque intéret.[1]

Les planches VII et IX montrent la disposition générale de ces foyers. Le four est construit avec des murs en briques et des assisses en argile refractaire. Dans le type, les assisses sont voûtées pour augmenter la stabilité, surtout dans le cas d'assisses larges. Dans les premiers fours les assisses avaient 8′ de long pour 5′ de large. Elles consistaient en 8 plaques sur 2 rangs de 4 chacune. Sur les côtés elles reposaient sur les parois du four et au milieu sur des supports en argile refractaire. Dans certains fours, les assisses ne sont reliées nulle part avec la briquetterie des parois, elles peuvent alors plus facilement se remplacer, si elles sont cassées. Dans une sorte de four perfectionné on a omis les supports du milieu, et la largeur des assisses est réduite à 3′, 3″ – 3′·7″. Les assisses ne sont pas à distance égale, les supérieures, où circule plus de gaz, sont plus distancées que celles du bas où la chaleur des assisses est le plus utile. La meilleure distance pour les assisses supérieures est de 4′·5″.

Ordinairement une série de fours est construite sur un rang. Pour la mise en marche du four on a prévu une grille, A, et une porte pour le feu, B, qui seront murées, dès que le four a atteint la chaleur blanche. Pendant ce temps les portes de chargement du haut restent ouvertes. On charge ensuite les 5 plaques, c, d, e, f, g, avec du minerai fin par les portes h, i, k, et les pyrites prennent feu de suite. L'air entre par l et on le règle à volonté. Le gaz passe en serpentant par dessus toutes les plaques comme l'indique la flèche, échappe par m dans la chambre à vapeur, n, et par o dans la chambre à acide ou une autre chambre à vapeur. Dans les usines à acide la chambre n est recouverte d'une plaque métallique p, sur laquelle se trouve des récipients en plomb, r, r, dans lesquels on peut concentrer l'acide des chambres de 117° à 144° Tw.

Pour pouvoir griller de grandes quantités de pyrites, le minerai doit être remué. On le fait de la manière suivante: Tous les 4 heures le contenu de l'assisse inférieure g est tiré par la porte k sur la voûte t (qui est de niveau en avant, mais incliné en arrière): auparavant le minerai de cette voûte a été poussé par la porte k, dans la fosse u. Après le minerai de f est poussé par la porte i sur l'assisse g et y est égalisé.

On procède de cette façon pour toutes les assisses jusqu'à ce que la plaque supérieure soit vidée et prête à recevoir une nouvelle charge. Si 4 fours chauffent ensemble, un des 4 est à chaque heure en mouvement. Une fois par jour on enlève le contenu de la fosse u par la porte. Le passage du minerai d'une plaque à l'autre produit sa combustion complète et augmente ainsi la chaleur. 4 fours des dimensions précédentes grillent 3 tonnes de pyrites par jour. Pour chaque pied de superficie d'une assisse on calcule 6·5 à 7 livres de minerai.

[1] Extrait, Lunge, Acide sulfurique et alcalis, 3me édition, Vol. I. Part. I, pp. 334-338, voir également Truchot, Les Pyrites, p. 124-127.

Dr. Max. Schaffner d'Assig a dessiné un type de four perfectionné du four Malétra. On trouve des descriptions et des dessins dans la 2de édition de l'ouvrage de Lunge sur l'acide sulfurique et les alcalis pp. 255-256. Dans "The Mineral Industry Vol. VII, 1899, p. 669. Falding donne des dessins et une courte description d'un four analogue.

La pratique a montré que les fours pouvant être opérés des deux côtés permettent l'entrée de trop d'air qui est inutile. La plupart des constructeurs préfèrent les disposer sur 2 rangs dos à dos. Dans la 3ème édition de son ouvrage sur l'acide sulfurique, Lunge donne des dessins complets des fours à grillage pour fins, les plus récents d'après les projets de Mr. H. H. Niederfuhr. La figure ci-contre montre une section transversale de ce four, faisant voir comment sont disposées les assisses et les portes, et l'endroit de la fosse des cendres et des conduites de gaz. Les planches X et XI sont des sections de 2 fours montrant la disposition des foyers. Le dessin original donné par Lunge fait voir une batterie de 16 fours sur 2 rangées de 8 chacune.

Fours du type MacDougall.

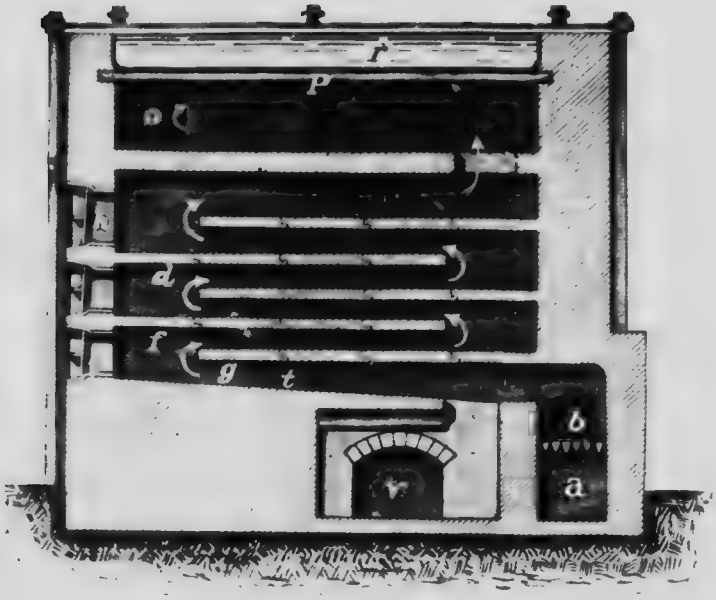
Les fours décrits ci-après sont, à l'exception d'un seul, tous de forme cylindrique verticale: ils consistent en une série de foyers annulaires superposés avec un espace vide au centre, formant conduite centrale. Au-dessus de chaque foyer se trouvent 2 bras qui s'étendent suivant un rayon à angle droit de la conduite centrale. Ils sont munis de dents fixes ou mobiles (rateaux) attachés à la partie inférieure en formant un angle avec le bras. Le tuyau central tourne par l'intermédiaire d'une roue d'engrenage. Les rateaux tournent aussi lentement dans un plan horizontal au-dessus du foyer. Les bras de chaque assisse attachés aux côtés opposés de la conduite tournant verticalement, sont dirigés dans des directions opposées.

Le minerai est chargé dans ces fours par le haut et distribué au-dessus des foyers par les rateaux. Les dents de ces bras sont placées de façon que le minerai passe alternativement de l'extérieur vers l'intérieur contre le tuyau central. Des ouvertures spéciales se trouvent à la périphérie d'une assisse et au centre de l'autre de sorte que le minerai passe de l'une à l'autre. Les cendres sont élevées par le bas.

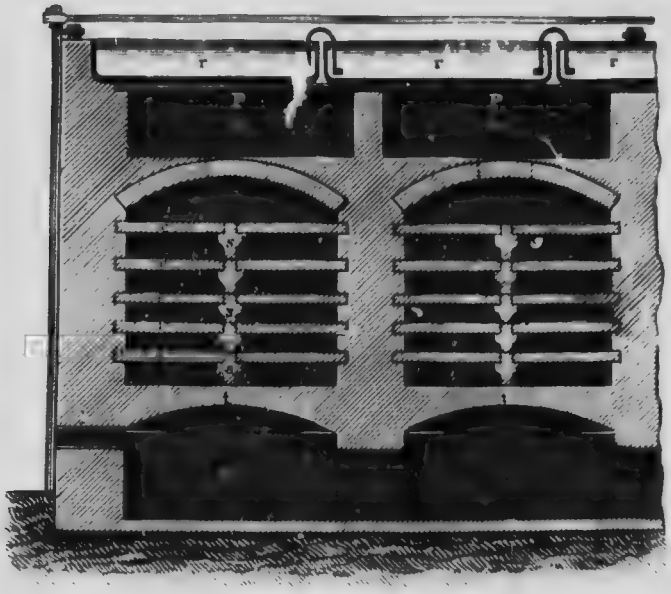
L'air nécessaire pour la combustion du soufre entre par le foyer du bas et monte vers le haut. On peut faire arriver également de l'air par les autres foyers s'il le faut. Les produits de la combustion passent par les mêmes ouvertures que le minerai, mais en sens inverse. Ces ouvertures sont assez larges pour que les deux, minerais et gaz de combustion, passent librement. L'espace du foyer supérieur fait fonction de chambre de gaz: là les gaz sont conduits à l'endroit voulu de l'usine.

Tous les fours de ce type sont en briques, parfois le four est blindé

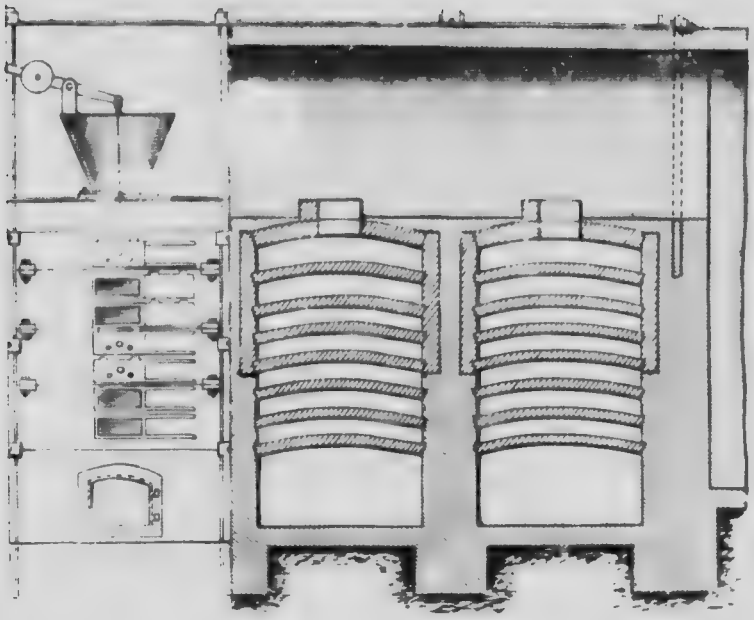
[1] Lunge, Acide sulfurique, 3me édit. Vol. I, pp. 338.



Four à griller à assises de Malétra vue longitudinale (Lunge).

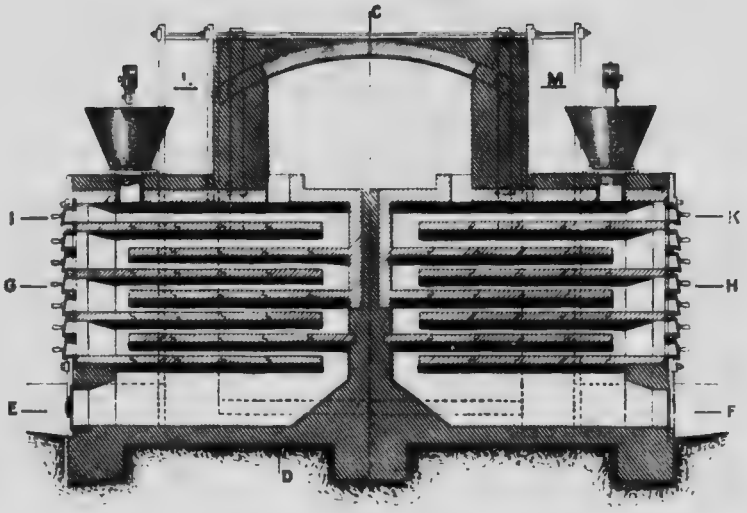


Four à griller Malétra, vue transversale (Lunge).



Dessin Niedenfuhr, four à griller Malétra, montrant la section transversale de 2 fours et le devant d'un troisième.

PLANCHE XI



Dessin Niedenfuhr, Four à griller Malétra, section longitudinale, montrant deux fours dos à dos.

d'acier. Ordinairement on emploie des briques refractaires pour les parties intérieures du four, qui sont exposées à une haute température, ailleurs on emploie des briques rouges cuites dur. Quelques fabricants emploient pour les foyers des briques refractaires façonnées spécialement. Ces fours diffèrent beaucoup entre eux dans beaucoup de détails de construction, tel que le nombre et la construction des foyers, la disposition de la conduite centrale, le mode d'attachement des bras et des dents, les moyens refrigérants, le mode d'application de force à l'arbre centrale.

Four à grillage MacDougall.[1]—Ces fours ont été patentés par les frères MacDougall vers 1870. La première usine a été construite pour le grillage des pyrites pour fournir l'acide sulfureux en vue de la fabrication de l'acide sulfurique. Le four consistait en un cylindre en fonte de 6′ de diamètre et 12′ de haut formé de 7 anneaux rivés ensemble, et munis d'un fond solide, mais ouvert au sommet. Les anneaux étaient forgés de façon que le plus bas du bord intérieur de chacun servait de contre-fort à un palier, voûte en briques, qui divisait l'espace intérieur du cylindre en 7 chambre, celle du haut étant ouverte vers le sommet. Une conduite centrale en fonte de 6′ d'épaisseur passait par les ouvertures centrales de chaque foyer. En haut et en bas des joints hydrauliques empêchaient le gaz de s'échapper. A la conduite en fonte étaient attachés des bras en fonte munis de dents vers le bord inférieur. Les dents étaient placées alternativement dans une direction opposée sur chaque foyer, de sorte que le minerai était déplacé du centre à la périphérie et en sens contraire dans les foyers alternants. A des points convenables se trouvaient des ouvertures dans les voûtes de sorte que le minerai pouvait tomber d'assisse en assisse. Il fallait à peu près une force motrice de 2 H. P.

Le minerai à griller dans ce four doit passer à travers un tamis d'un pouce . Il est chargé dans la première chambre formée par le chambre du haut, à l'aide d'une trémie dont on peut régler le débit.

Le four grillait 3½ tonnes par 24 heures. Il peut en griller 5 avec 8 chambres au lieu de 6. Les cendres renferment environ 2% de soufre; la capacité va jusqu'à environ 0·02 tonne par pied carré de surface de foyer. Les premiers fours MacDougall ont été abandonnés à cause des poussières. La quantité en était si grande qu'elle causait de sérieux troubles dans le travail des chambres à acide: on éprouvait de même des difficultés mécaniques. Par la suite des modifications y ont été faites pour remédier à ces difficultés. La nouvelle forme des fours MacDougall est maintenant employée dans beaucoup d'usines métallurgiques pour griller des concentrés en vue de la fusion.

Four de grillage Kauffmann.[2]—C'est un four cylindrique avec 5 fours superposés (Pl. XII-XIII). Le minerai brut est chargé dans le four par un entonnoir de chargement, a la main ou à l'aide d'un élévateur mécanique. Une quantité déterminée de ce minerai est chargée continuellement dans le foyer supérieur soit par une vis sans fin, soit par un piston

[1] Voir Lunge, Sulphuric Acid and Alkali, Vol. I, Part. 1, pp. 343 et suiv.

[2] Fabriqué à la Erzroest-Gesellschaft, à Cologne, Allemagne.

animé d'un mouvement de va et vient. Le minerai est étalé par un bras tournant et vient graduellement sur le bord extrême du foyer d'où il tombe par des canaux sur le foyer en-dessous . Sur celui-ci il passe vers le centre, les rateaux étant inclinés en sens inverse de ceux du foyer supérieur. Au centre près de la conduite le minerai tombe sur le foyer plus bas. Il passe de même du 3ème foyer au 2d et du 2d au premier. Du foyer inférieur les cendres sont déchargées par une conduite en fonte inclinée. Cette conduite est munie au bout d'une valve automatique qui empêche l'entrée de l'air, et permet en même temps l'enlevage des cendres. L'air nécessaire au grillage entre par le foyer inférieur par 4 entrées distribuées autour du four et munies de valves ajustées de sorte qu'on peut controller la quantité d'air admise.

Comme l'air chemine dans le foyer en sens opposé au minerai, le gaz a une tendance à se charger de poussières aux ouvertures entre les foyers. Un des système brevetés de Kauffmann était l'introduction d'une série de cribles en asbeste, qui arrêtaient le courant ascendant du gaz là où le minerai tombait. Ces cribles prévenaient le gaz de trop se charger de poussières. Plus tard on ne mettait plus ces cribles dans le four, comme étant inutiles.

Le caractère principal du four Kauffmann était la construction du bras tournant et son mode d'attache à l'arbre verticale. Comme le dessin ci-joint le montre (Pl. XIV et dessin 8) la douille du bras dans la conduite verticale à une section rectangulaire et la traverse directement. Les bras de chaque foyer sont forgés d'une pièce, munis d'épaulement qui s'emboîtent dans des trous correspondants dans la douille de la conduite et empêchent le mouvement et le déplacement du bras une fois mis en place. Ces bras peuvent être facilement et rapidement enlevés et remplacés s'ils sont usés ou brisés, sans qu'il soit nécessaire de refroidir le four. Pour les tenir en place on n'a pas besoin de boulons ni de coins.

La conduite est refroidie par l'air qu'un ventilateur force par le fond creux qui la supporte. Cet air sous pression empêche la conduite et les joints entre la conduite et les bras de s'échauffer trop.

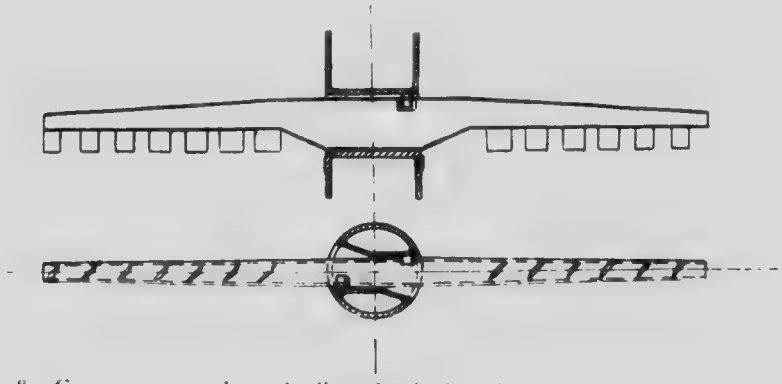
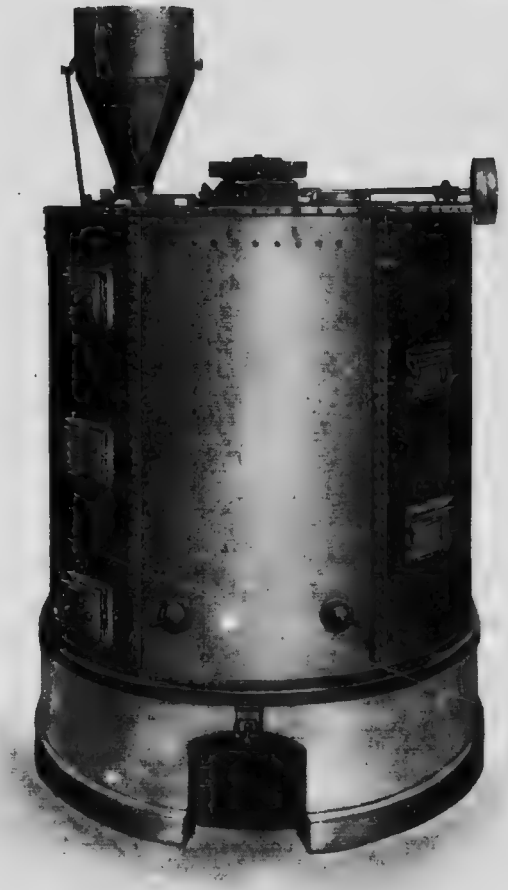
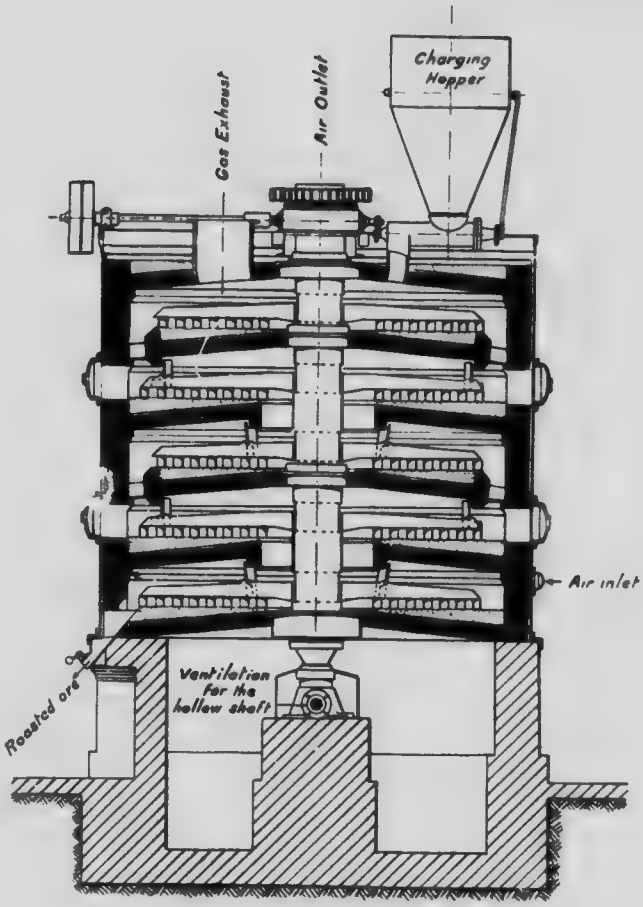


Fig. 8. Coupe montrant le mode d'attache des bras de rateaux employés dans les fo . s à griller Kauffmann.

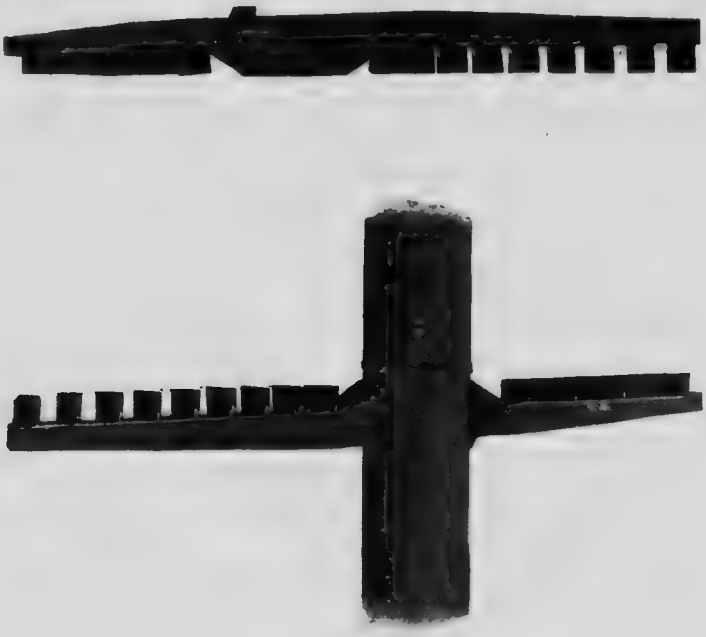


Four à gr'ller Kauffman, vue extérieure.



Four à grille - Kauffman, coupe transversale.

PLANCHE XIV



Four à griller Kauffman, montrant l'attache d'un bras après l'arbre.

Dans un four Kauffmann de construction récente, les bras sont mis en mouvement par un mécanisme placé à la partie supérieure de la conduite centrale. La force est transmise par des pignons et une vis sans fin placée dans une enveloppe en fonte remplie d'huile. La vis qui engrène avec la vis sans fin est mise en mouvement par une poulie qui en tournant est mue par un engrenage intermédiaire à cet effet. Chaque four d'une batterie peut être conduit indépendamment des autres. Dans les fours avec mise en mouvement par en haut, on remplace habituellement les 4 piliers, sur lesquels les fours des premiers types étaient placés par un mur en briques. Cet emmuraillage du fond du four empêche plus facilement le foyer inférieur de se refroidir, et augmente, à ce qu'il parait, le rendement du four. La conduite met 3·5 à 4 minutes pour faire un tour de rotation complète.

La capacité du four par 24 heures est de 2800 à 3000 kilos (approximativement 3 tonnes) de pyrites contenant 50% de soufre, il consomme de 0·3 à 0·5 H.P. Le chargement des pyrites dans le four et l'enlevage des cendres exigent une petite surveillance particulière. La partie métallique du four pèse environ 5500 kilos (16,535 livres) et le matériel refractaire 25,000 kilos (65,100 livres). Le four coûte aux usines 5,500 marks ($1375): les dépenses de construction se montent en Allemagne à 400 marks ($100). On a fabriqué d'après les patentes Kauffmann un four à 3 foyers destinés à griller surtout les pyrites pour les pulperies à sulfite, et pouvant bruler ou bien des pyrites ou bien des gaz d'épuration. Ce four diffère des autres types en ce que les bras tournent plus rapidement et que les pyrites se déplacent en sens opposés par les 2 bras. Les rateaux et les bras sont forgés d'une pièce en fonte comme dans les autres fours. La quantité de poussière produite est un peu plus grande que dans les fours à 5 foyers mais d'ordinaire ne cause pas de trouble dans la fabrication de la pulpe au sulfite, parce que le gaz est lavé avant d'entrer dans les tours.

La partie métallique du four pèse 6,000 kilos (13,228 livres) et le matériel refractaire 15,000 Kilos (33,000 lbs). Les dépenses sont les mêmes que pour un four à 5 foyers.

On trouve des fours construits d'après les patentes Kauffmann dans beaucoup d'usines d'engrais et de produits chimiques et dans plusieurs moulins à papier d'Europe.

Four à griller Hercules.[1]—Un autre four de calcination installé dans plusieurs usines de produits chimiques et moulins à papier d'Europe est le four mécanique à griller connu sous le nom "Hercules". Le dessin ci-contre montre la disposition générale du four (Planche XV). Il a 6 foyers en briques refractaires et légèrement voutés. Les bras des rateaux sont boulonnés à la conduite centrale sous un petit angle, de manière à ce que les rateaux soient partout près du foyer. La conduite centrale et les bras sont refroidis par l'eau pour empêcher qu'ils s'échauffent et se brisent. La quantité d'air nécessaire à la combustion peut être réglée et entre par

[1] On peut avoir des renseignements et rapports sur ce four par Dr. J. Lutges, Chimiste et ingénieur à Hanovre, Allemagne.

le foyer. Les 2 portes de chaque foyer ont des soupapes en rosace, par où une quantité supplémentaire d'air peut entrer s'il le faut.

La surface totale du foyer est de 110 mètres carrés (1184 pieds carrés) et le four a une capacité de 11-15 tonnes de pyrites de 42-50% de soufre, par 24 heures. Conduit par des ouvriers habiles et en marche forcée, on peut y griller 20 tonnes de pyrites par 24 heures. La force nécessaire est d'environ 0.5 H.P. On a obtenu de l'acide sulfureux d'une concentration de 10 à 11% sans di[illegible].

La partie métallique de ce four pèse entre 18,000 et 19,000 Kilos (41,000 lbs.) non compris l'élévateur mécanique et ses attaches. Le coût total de l'installation est de 23,000 marks ($5,000-5475) avec environ 2,000 marks ($475.00) en plus pour [illegible].

Four à griller Herreshoff. Ce four bien connu est employé dans les usines d'acide pour la fabrication de l'acide sulfureux tant en Amérique qu'en Europe. En Europe on en a installé dans des moulins à papier. Ils sont employés dans quelques usines métallurgiques pour griller préliminairement les minerais sulfureux et ils ont eu du succès dans le grillage des minerais contenant des pyrites et de la blende, en vue de la préparation pour la séparation magnétique. La pyrrhotine a aussi été grillée avec succès dans ces fours. (Voir Pl. XVI).

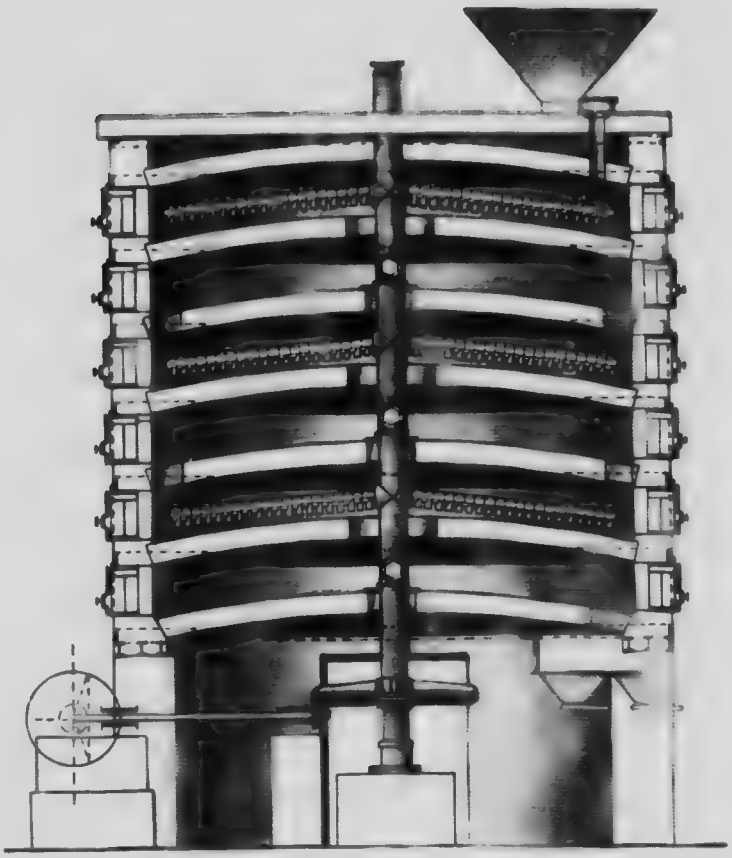
Le four est construit en différentes grandeurs; le tableau suivant en donne les dimensions principales:

TABLEAU XVII.

Diamètre extérieur	Nombre des foyers	Surface du foyer, pieds carrés.	Pieds carrés Espace requis pour l'installation de 4 fours	Hauteurs du sol à la ferme.	Poids, partie métallique.	Poids, partie en briques.	Poids de soufre en 2 heures
11′ 7½″	5	381	979	18′ 1½″	16,000	16,000	3,000 6,000
11′ 7½″	7	548	979	22′	25,000	32,000	4,500 9,000
15′ 9¼″	6	912	2,192	25′ 9″	43,000	79,000	8,000 16,000
20′	5	1,308			68,000	132,000	12,000 30,000
20′	7	1,810			82,000	168,000	16,000 42,000

General Chemical Co., Mechanical Furnace Department, 25 Broad St. New York. Le four est construit aussi au Canada et peut être acheté de la Nichols Chemical Co, Montreal.

PLANCHE XV



[illegible] der Hackfrucht- [illegible]

Nous donnons ci-après les traits principaux d'un four type de 15′ 9¾″ de diamètre. Le four consiste en une enveloppe en acier garnie de briques rouges cuites dur. Les 6 foyers sont en briques refractaires spéciales et voutés. La conduite centrale est formée de 2 tuy aux creux en fonte: le plus étroit emboutant le plus large. On a ainsi un espace annulaire libre de 2″ dans lequel passe constamment de l'air. Les bras sont creux avec une séparation qui va le long du côté intérieur et les divise en 2 parties. Les bras sont réunis à la conduite creuse de manière que l'air puisse y circuler constamment. Ils sont boulonnés à des rainures dans la conduite centrale: ces boulons sont entourés d'un métal refroidi à l'air et recouverts d'une matière isolante. Parfois ces bras boulonnés sont remplacés par des bras fixés en forme de bayonnette. Les rateaux mobiles ont 5 sections avec 1 à 5 dents par section: chacune de ces sections peut s'enlever d'un bras ou y être glissée dans quelques minutes. Suivant leur position sur les bras, les dents se trouvent placées sous un certain angle, dans le but d'égaliser la quantité de minerai poussée en avant par chaque lame pour un tour de révolution. Chaque dent peut être enlevée et remplacée sans déranger les autres rateaux.

Tout le four est placé sur 6 colonnes en fonte de 5 pieds de hauteur. L'arbre centrale repose sur des glissières huilées, et est mise en mouvement à l'aide d'un engrenage. Une clavette se trouve dans le mécanisme de commande, et agit comme appareil de sureté au cas de trop forte poussée.

Les différentes installations ont adoptées divers types de chargement suivant la nature des opérations. Un mode de chargement consiste à étendre le minerai sur le haut du four par des rateaux semblables à ceux du four: le minerai est séché ainsi et en même temps chargé graduellement dans le foyer en-dessous. On emploie parfois des vis de chargement ou des pistons animés d'un mouvement de va et vient.

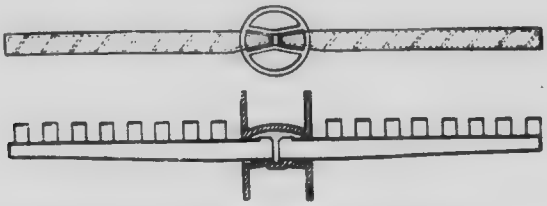


Fig. 9. Bras mobile pour petit four Herreschoff.

L'ancien modèle du four à 5 foyers consistait en une enveloppe en acier de ¼ de pouce d'épaisseur, garnie sur une épaisseur de 8″ de briques refractaires. Les foyers sont en briques refractaires spéciales et ont 4·5″ d'épaisseur, elles sont distantes de 12″ à 13″: la flèche de la voûte est de 4·5″. L'arbre centrale de 14″ de diamètre est creux et muni d'une tige en tôle légère d'environ 10′ de haut qui passe directement au-dessus du foyer. A chaque foyer des chenaux croisés passent directement à travers l'arbre normalement à son axe. Ils forment ainsi une sorte de crapaudine

dans laquelle sont fixés les bras des rateaux (Fig. 9). Sur chaque bras du côté intérieur est forgée une petite nervure: dans chaque crapaudine et au centre de l'arbre verticale se trouve une ouverture en travers du chenal. Si un bras est placé dans une position voulue, la nervure du bras serre dans l'ouverture de la crapaudine de l'arbre et le poids du bras le tient en position bien serré. En soulevant environ de 5″ le bout extérieur du bras, l'autre bout près de la nervure est placée au-dessus de l'ouverture et le bras peut s'enlever facilement. La pratique montre que ces bras d'un poids de 100 lbs. peuvent être déserrés et enlevés du four, et de nouveaux bras peuvent y être placés en moins d'une minute.

Les bras creux pour ces fours sont forgés d'une pièce et portent respectivement 7 ou 8 dents. On emploie du fer spécial qui a été reconnu bon pour résister à la chaleur. La partie du bras qui entre dans l'ouverture de la conduite, est tenue à une chaleur inférieure au rouge par le courant d'air de l'arbre centrale et ne se surchauffe pas.

Tout le four est monté sur 8 colonnes de 4′ de haut chacune: un engrenage placée en-dessous du four met en mouvement l'arbre central.

Dans les contrées plus froides on a trouvé avantageux de remplacer par une assisse de briques reliées entre elles par des anneaux en fer, l'enveloppe en acier, pour liminuer les pertes de chaleur.

Le mécanisme de commande est muni d'une clavette de sureté.

Marchedu four.—En marche le sol de chaque foyer situé en-dessous de la voûte, est nivellé en y introduisant des cendres ou d'autres matériaux semblables. Là où le sommet du four ne sert pas comme séchoir, la voute au-dessus du foyer supérieur est recouverte également de plusieurs pouces de cendres ou de sable pour retenir la chaleur.

Le minerai est amené à la trémie de chargement ou bien par les brouettes, ou bien par un élevateur, ou des courroies. De la trémie, le minerai est chargé automatiquement dans le four et est alors remué et distribué par les rateaux des bras tournant.

Les angles sous lesquels les dents sont attachées, sont calculés de façon à ce que le minerai soit poussé plutot dans la direction d'un rayon que suivant une circonférence: un rateau agit dans ce sens, tandis que l'autre retourne simplement le minerai. Chaque morceau de minerai doit donc suivre un chemin qui forme une spirale en zigzag, et la plus grande surface de minerai est ainsi exposée à l'action oxydante de l'air.

Dans le four de 15′-9¾″ le minerai tombe de l'assisse supérieure sur le bord extérieur du foyer en-dessous: il est tiré vers l'intérieur et tombe vers le bord intérieur (centre du four) du 2d foyer et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il arrive aux deux portes de déchargement des cendres, à la périphérie du foyer inférieur.

L'air nécessaire à l'oxydation entre par des portes autour du four au-dessus du foyer inférieur. Il circule à travers le four par les ouvertures des bords intérieurs et extérieurs respectifs de chaque foyer: ces ouvertures sont assez grandes pour laisser aussi bien passer librement le courant ascendant des gaz que de ne pas arrêter le mouvement descendant du mi-

FOUR À GRILLER MÉCANIQUE HERESHOFF.

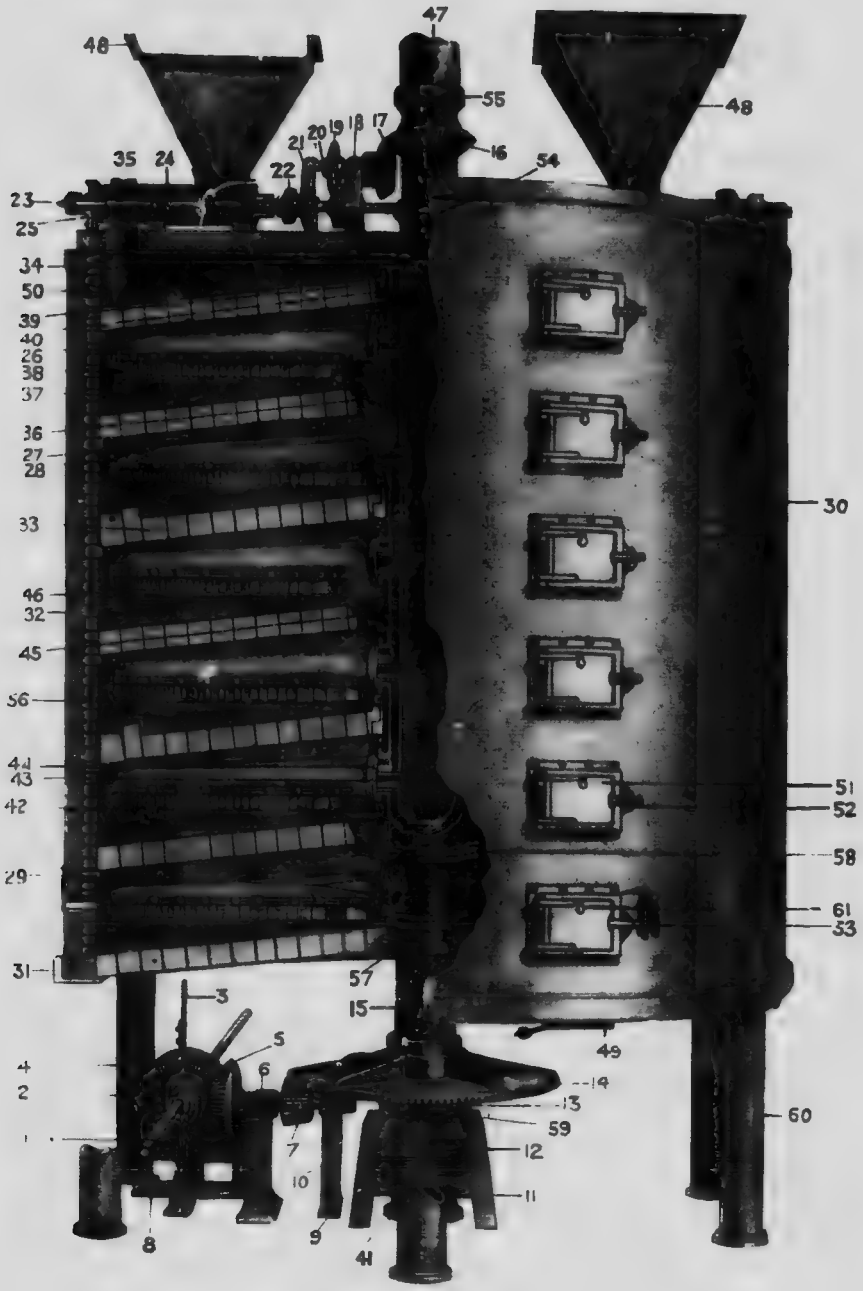
Légendes descriptives pour la planche XVI.

1. Arbre de couche principal.
2. Débrayage de mise en mouvement.
3. Levier de mise en mouvement.
4. Commande Principale.
5. Transmission.
6. Coussinet.
7. Pignon.
8. Support.
9. Piédestal.
10. Palier de support.
11. Support de l'arbre principal.
12. Presse-étoupe avec couronne.
13. Crapaudine pour coussinet à billes.
14. Roue motrice ou roue d'engrenage.
15. Arbre principal tournant.
16-21. Mise en mouvement du chargeur.
22. Brides d'accouplement.
23. Coussinet avec engrenage avec vis sans fin.
24. Boîte de l'engrenage avec vis sans fin.
25. Chargeur en forme de vis sans fin.
26. Bras du rateau.
27. Brides de bras pour l'arbre.
28. Brides de l'arbre pour le bras.
29. Boulons des brides.
30. Plaque de garnissage de la chaudière.
31. Brides de la base, ou anneau de base.
32. Briques rouges.
33. Briques réfractaires.
34. Ouverture de chargement extérieur.
35. Ouverture pour attiser.
36. Ouvertures intérieures pour charger sur les tables 2, 4 et 6.
37. Lit de cendres.
38. Lames interchangeables.
39-40. Creux pour mastic ou lutes.
41. Entrée de l'air froid.
42. Arbre central creux.
43. Tuyau de sortie de l'air froid.
44. Tuyau de retour de l'air chaud.
45. Chambre d'air annulaire.
46. Chemise extérieure de la conduite centrale.
47. Cheminée de l'air chaud.
48. Trémie de chargement.
49. Décharge des cendres avec clef.
50. Chambre pour SO_2.
51. Porte d'inspection avec revêtement en briques.
52. Loquet.
53. Entrée de l'air de combustion avec régistre.
54. Coussinet du haut.
55. Joint de la cheminée.
56. Joint d'un compartiment.
57. Joint de la brase.
58. Brides reliant l'arbre extérieur et intérieur.
59. Coussinet à billes.
60. Colonnes.
61. Judas dans la porte d'inspection.

FOUR A CHAUDIÈRE VÉGÉTALE HERESHOFF.

I. — Index descriptifs pour la planche XIX.

1	Vapeur de [illegible] principal.	36.	Décharges [illegible] pour charger
	Dédoublement [illegible] en [illegible].		[illegible] aux tables 2, 4 et 6.
2	Tuyau de [illegible] [illegible].	37.	[illegible] de [illegible].
3	Condensateur [illegible].	38.	Lumière [illegible]
4	Lumière [illegible]	39-40.	[illegible]
5	[illegible]	41.	Entrée de l'air froid.
	[illegible]	42.	Air [illegible]
6	[illegible]	43.	Tuyau de sortie de l'air froid.
7	[illegible]	44.	Tuyau de retour de l'air chaud.
8	Tube [illegible]	45.	Chambre d'air annulaire.
9	[illegible]	46.	Chemise extérieure de la condui[illegible]
10	[illegible]		[illegible]
11	Compartiment [illegible]	47.	Serrure de l'air chaud.
12	[illegible]	48.	Tresse de graisseur.
13	[illegible]	49.	[illegible]
14	Vase en [illegible]	50.	Chambre pour 502.
15	[illegible]	51.	Porte d'inspection avec [illegible]
16	[illegible]		en bronze.
17	[illegible]	52.	[illegible]
18	[illegible]	53.	[illegible]
19	[illegible]		[illegible]
20	[illegible]	54.	Cousinet du haut.
21	[illegible]	55.	[illegible]
22	Lumière [illegible]	56.	Joint d'un compartiment.
23	[illegible]	57.	Joint de la base.
24	[illegible]	58.	Bloc [illegible]
25	[illegible]		[illegible]
26	[illegible]	59.	Cousinet à billes.
27	[illegible]	60.	[illegible]
28	[illegible]	61.	Jades dans la porte d'inspection.
29	[illegible]		

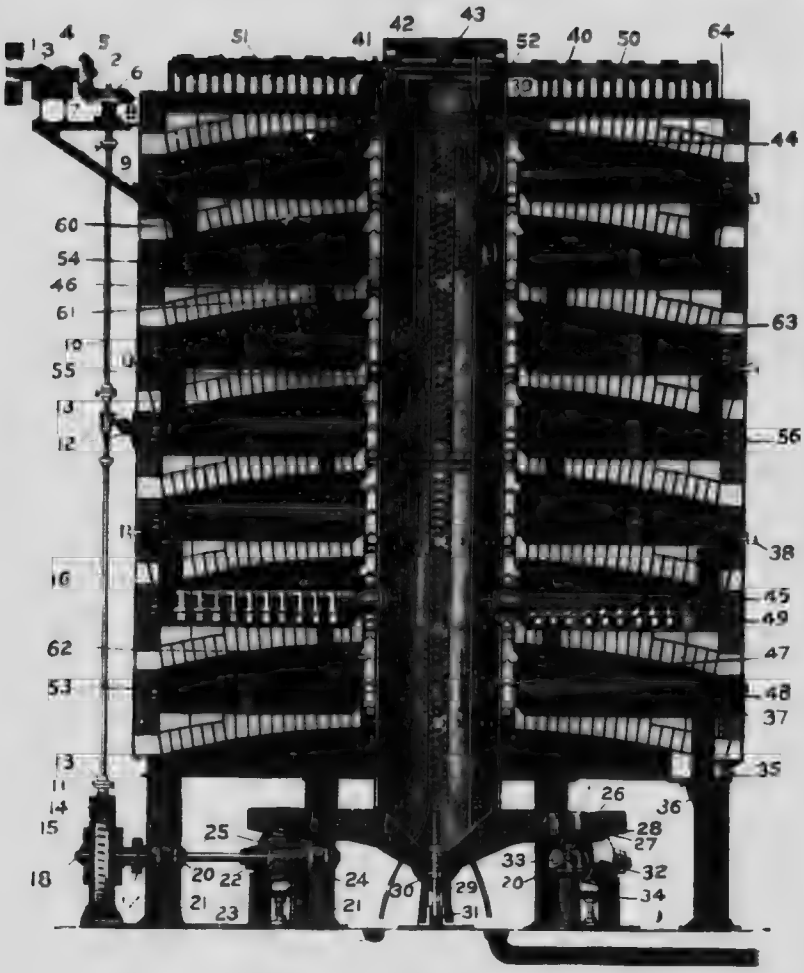


Four à griller mécanique Herreshoff

FOUR À GRILLER MÉCANIQUE WEDGE.

Légendes descriptives pour la planche XVII.

1. Poulie motrice.
2. Arbre horizontal du haut.
3. Coussinet.
4. Coussinet-butée du haut
5. Engrenage conique.
6. Engrenage conique.
7. Collier.
8. Brides pour coussinet du haut.
9. Joint pour huile.
10. Arbre vertical supérieur.
11. Arbre vertical inférieur et filet.
12. Coussinet avec boîte ajustable.
13. Accouplement par brides.
14. Boîte pour coussinet d'engrenages.
15. Roue d'engrenages.
16. Arbre vertical intermédiaire.
17. Accouplement par brides.
18. Arbre horizontal inférieur.
20. Coussinet.
21. Support de base.
22. Collier.
23. Pignon d'angle
24. Collier de la goupille de sûreté.
25. Goupille de sûreté.
26. Engrenage principal.
27. Segment d'engrenage.
28. Segment de la course.
29. Goupille centrale.
30. Collier de la goupille centrale.
31. Coussinet de direction de la goupille centrale.
32. Cylindre de support.
33. Arbre du cylindre de support.
34. Support ajustable du cylindre de support
35. Plaque de support pour la sortie des cendres.
36. Coude de la sortie des cendres.
37. Porte.
38. Ouverture pour attiser et ralentir.
39. Plaque de chargement supérieure.
40. Plaque pour chargement inférieure.
41. Caisse de chargement.
42. Bassin d'eau.
43. Support du bassin d'eau.
44. Support de briques.
45. Porte lames, R. H. et L. H.
46. Support inférieur de briques.
47. Porte-bras du four.
48. Bras du four.
49. Lames interchangeables.
50. Bras sécheur.
51. Couteau sécheur, barres et porte-couteaux.
52. Brides du bras sécheur.
53. Conduite centrale.
54. Tuyau d'arrivée de l'eau pour le bras.
55. Tuyau de décharge de l'eau du bras.
56. Tuyau de trop-plein du basin d'eau.
60. Ouverture extérieure pour le chargement.
61. Ouverture intérieure pour le chargement.
62. Maçonnerie de la conduite centrale.
63. Espace de 1 pouce entre la conduite centrale et la maçonnerie de la conduite centrale.
64. Maçonnerie.



Four à griller mécanique Wedge.

nerai. L'espace au-des. . de l'assisse supérieure sert comme chambre de gaz.

Si le four est en opération et que le dessus ne sert pas comme séchoir, le minerai est séché sur le premier foyer. Le grillage commence au 2d foyer, se continue librement au 3me et 4me et est presque fini au 5me foyer. Au 6me foyer le minerai est foncé et le grillage est complet.

Dans le grillage à mort, dans certaines conditions spéciales, l'arbre fait un tour en 150 secondes: dans les usines métallurgiques il en fait 70 par seconde. D'après Hofman un four Herreshoff (ancien type à 5 foyers) dont l'arbre centrale fait 50 tours en une heure, grille par 24 heures 5-6 tonnes de concentrés secs avec environ 35% de soufre, ou 0·015 tonne par pied carré de surface de foyer, réduisant la teneur en soufre à 6%. 70 fours produisent 4 à 5 tonnes ou 6·4% de poussière de conduite. Ce grillage a été fait en vue des usages métallurgiques, et non pour la fabrication de l'anhydride sulfureux.

Dans les fabriques d'acide les mêmes fours traitent 3-4 tonnes de pyrites, 44% de soufre ou 0·0098 tonne par pied carré de surface de foyer, réduisant le soufre à 2·5-3·5%. L'arbre fait 30 tours à l'heure. Le four plus large (15' 4") peut griller environ 18,000 lbs. par 24 heures. La capacité des fours varie suivant la composition chimique et le caractère physique du minerai, et en même temps avec le mode de grillage demandé (à mort, magnétique, ou métallurgique). Elle doit être déterminée pour chaque cas particulier avant de donner les chiffres définitifs de capacité. En général pour un grillage à mort les capacités sont les plus petites et dans les usines métallurgiques les plus grandes.

Le travail du four peut être reglé par un des moyens suivants, de façon à obtenir le résultat voulu:

1. Changement de vitesse de rotation de l'arbre central et des rateaux.
2. Changement de la quantité de minerai chargé.
3. Changement du tirage.
4. Changement de la quantité d'air à refroidir, air qui règle la température intérieure du four.

La pratique a démontré que les plus grands frais pour réparations dans les fours de petite dimension proviennent de ce que les rateaux sont brulés. D'après les fabriquants on doit remplacer annuellement 6 bras ce qui occasionne une dépense de $20-30. Dans les fours du type plus récent qui a un système de refroidissement des bras mobiles plus efficace, et dans lesquels chaque dent peut être remplacée individuellement avec facilité, la durée est plus grande. Dans les fours de dimensions plus petites ou moyennes, les bras qui reposent dans des douilles, peuvent être remplacées en quelques minutes et sans déranger beaucoup le travail du four. Si dans les nouveaux fours un bras se casse, ce qui arrive rarement, on doit arrêter les opérations pendant une semaine environ: il faut le

laisser se refroidir d'abord assez pour permettre à l'ouvrier de remplacer le bras et ensuite il faut de nouveau le réchauffer.

Le trait le plus caractéristique du nouveau type de ce four est le contrôle effectif de la température dans le four. Par la circulation mécanique de plus ou moins d'air de refroidissement dans l'arbre creux et les bras une quantité correspondante de chaleur est enlevée. Le réglage des températures dans le four empêche l'effritement en permettant à l'ouvrier de maintenir la température du minerai en dessous du point de calcination dans la zone de la plus forte chaleur. Une étude du dessin ci-contre (Planche 8) donne au lecteur une très bonne idée de la construction générale du dernier type de four Herreshoff.

Four à grille mécanique de Wedge.[1]—Ce four est construit avec 1-3-5 ou 7 foyers, les différents foyers s'adaptant aux différents problèmes. (Pl. XVII-XXI).

Construction.—Ce four consiste en une enveloppe en acier rivé de forme cylindrique et entourant un mur en briques rouges cuites dur. Les foyers sont en briques refractaires: ils sont horizontaux, chaque foyer du moins forme voûte au-dessus du foyer en-dessous.

Le four Wedge se distingue surtout par son arbre central. Cet arbre est en tôle rivée. Pour les fours de petites dimensions (9′ 9″ et 12′ de diamètre il y a un diamètre de 2′ 6″: dans les plus grands 4′. L'extérieur de l'arbre est protégé par des briques refractaires, de forme spéciale, qui y sont maçonnées et tournent en même temps que lui. L'arbre est ouvert en haut et en bas et le courant d'air le tient suffisamment froid pour permettre aux ouvriers l'accès à n'importe quel temps. On emploie un arbre large pour permettre aux ouvriers d'atteindre les bras de l'intérieur.

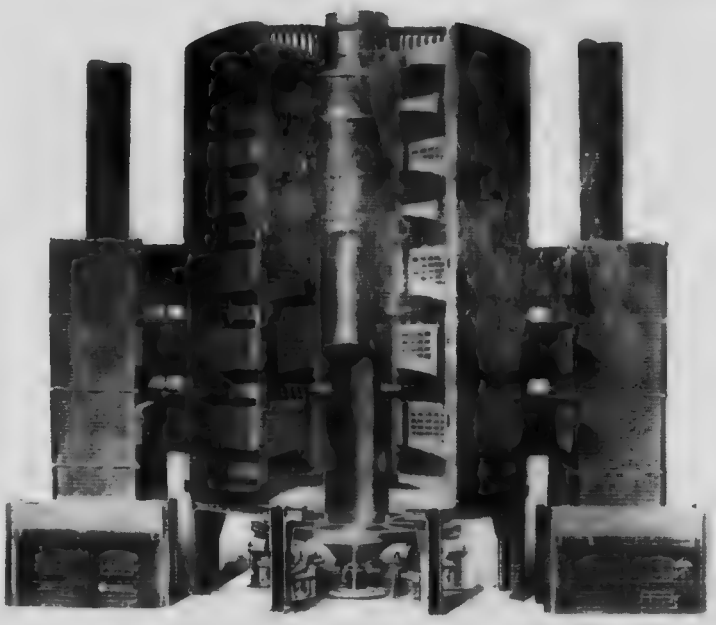
Les rateaux sont forgés d'une pièce, ils sont creux avec une plaque vers le bas du milieu. (Pl. XX-XXI). Le bout inférieur est garni d'une plaque perforée par 2 tuyaux d'eau, un de chaque côté de la membrane médiane. Ces 2 espaces se rejoignent à l'autre bout du bras. Durant le travail les tuyaux d'eau sont reliés à une conduite d'eau, et l'arbre et les bras se refroidissent ainsi par cette ciculation.

Les bouts des rateaux passent par les côtés de la conduite, 2 pour chaque foyer. Ils sont maintenus en place par des tiges en acier, clefs et contre-clefs, pouvant se changer entre eux. (Pl. XX, I). S'il faut changer un bras on commence par arrêter la force motrice, un ouvrier entre ensuite dans l'arbre et enlève la contre-clef, la clef et la tige: à l'extérieur un autre ouvrier retire le bras et met un nouveau en place. L'ouvrier dans l'arbre replace les tiges, la clef, et la contre-clef et le bras est prêt à recevoir les rateaux. Ce changement se fait en 40 minutes, environ, pourvu que tout soit prêt avant d'arrêter le four. Les dessins ci-contre (Pl. XX et XXI) montrent un bras à rateaux simples et son mode d'attache à l'arbre central.

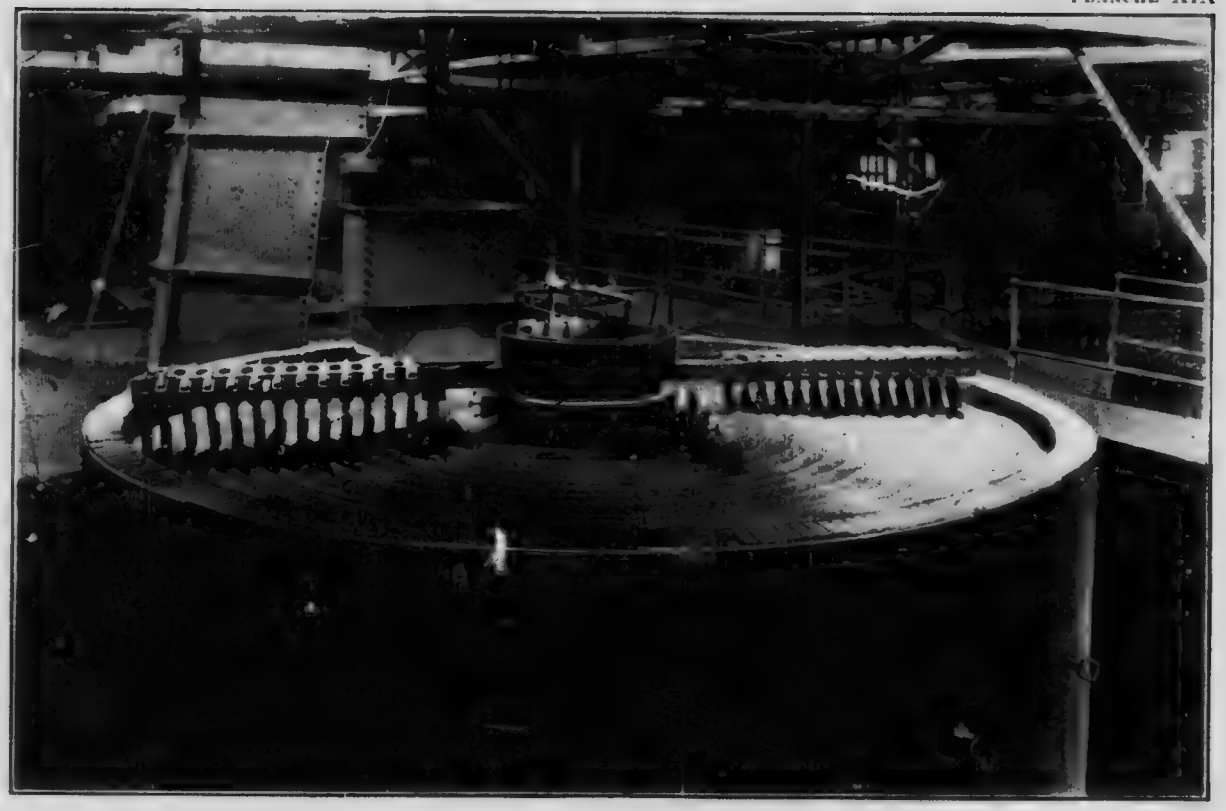
On emploie dans les fours Wedge plusieurs variétés de porte-lames de

---

[1] Wedge, Mechanical Furnace Co., 115 Chestnut St. Philadelphia.



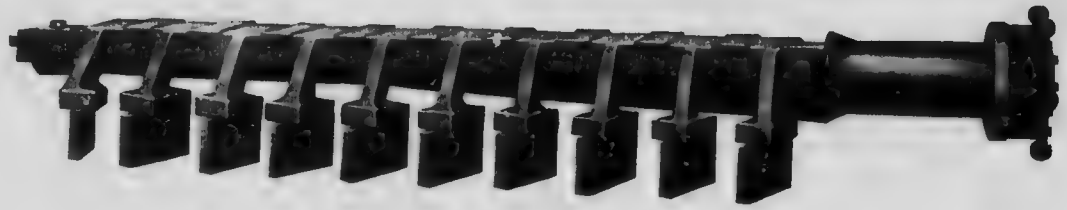
Four à griller mécanique Wedge — Trois foyers chauffés par moufle, avec chauffage d'air.



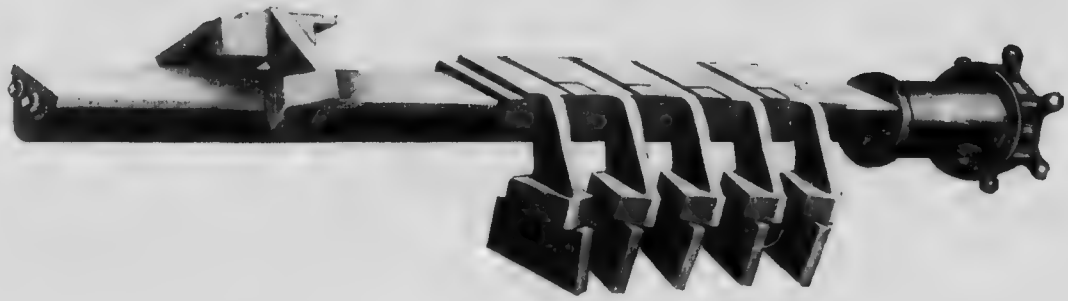
Four à griller mécanique wedge. Sommet employé comme sécheur.

1

2

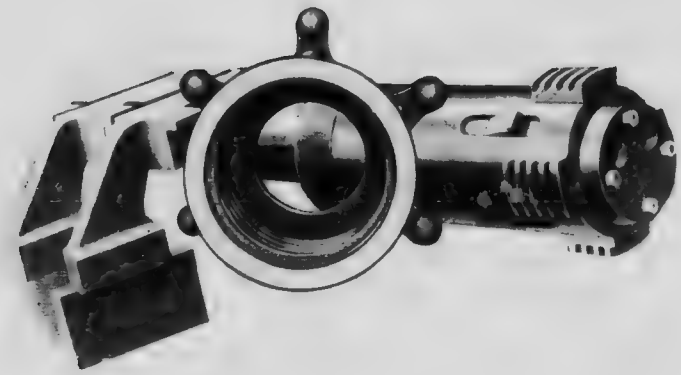


3

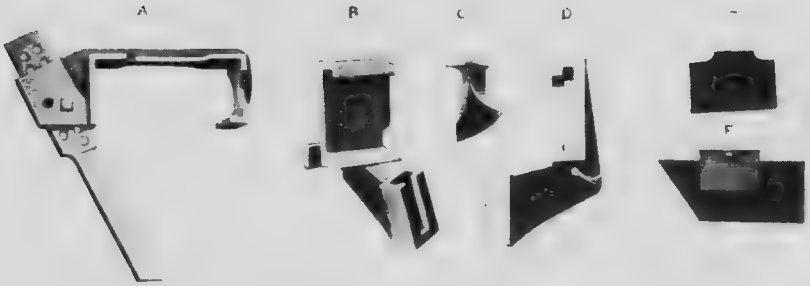


Four à griller mécanique Wedge.
1. Bras de rateaux. 2. Bras avec porte-lame de rateau et lames.
3. Bras monté partiellement avec porte-lame et casseur de blocs.

1



2



Four à griller mécanique Wedge.

1. Bout intérieur d'un bras avec tiges en acier et clefs en position.
2. Porte-lames et rateaux.

A. Porte couteau du sécheur et rateau.
B. Rateau porte-lame.
C. Lame de couteau.
D. Porte-lame de couteau.
E. Lame de rateau.
F. Lame de rateau.

rateaux et de rateaux, suivant les usages auxquels ils sont destinés. La planche (Pl. XIX) montrant le dessus du four employé comme séchoir, en fait voir une sorte. Un autre dessin montre les porte-lames rateaux coulés ensembles. Les portes-lames rateaux Wedges ne sont pas fixés en arrière au bras: s'ils y sont attachés et qu'ils ne glissnt pas facilement, ils peuvent s'enlever comme le montre la figure. (Pl. XXI, 2).

La figure A de la planche XXI montre le rognoir-sécheur, le porte lame et le rateau employés en haut du four. En aut du four l'usure des rateaux se fait vers le bas des lames rateaux: depuis on les fait avec une série de targettes oscillantes, de sorte qu'elles puissent s'abaisser quand elles sont usées, d'où une économie de fonte. La figure B montre un porte-lame de rateaux coulé l'un avec l'autre: il est coulé recourbé à un bout du bras et libre à l'autre. Les lames de rateaux E ou F glissent dans le porte-lame, et sont maintenues en position par la pression contre le minerai à griller. C'est un couteau diviseur et D est un porte couteau. Celui-ci est fait pour glisser sur le bras de manière qu'il reste rigide. Le couteau peut être placé en position de la même façon que les lames de rateaux E et F, et les couteaux peuvent être poussés de l'extérieur du bras vers le centre. Pendant que le bras tournent, le foyer sera labouré et broyé. Ces lames ne s'emploient que là où le minerai a une tendance à cuire et à se coller au foyer.

Les rateaux et les portes rateaux sont simplement moulés et non façonnés: ils peuvent être coulés dans une fonderie locale.

Le four est monté sur un chassis en acier supporté par des colonnes en acier. L'arbre central est mis en mouvment par un engrenage qui reçoit son pouvoir d'un arbre principal situé en-dessous du four. Une clavette de sureté se trouve sur la commande.

Marche du four.—Le minerai est amené dans la trémie de chargement ou bien par brouettes ou bien automatiquement par des courroies: ce dernier moyen est préférable à cause de la capacité des fours. De la trémie le minerai tombe sur le dessus du four, où il est étendu et remué par des rateaux spéciaux. La chaleur reçue par la voûte du foyer supérieur sert à sécher le minerai avant de le charger aux foyers. Du minerai à 6-8% d'humidité peut être très bien séché de cette manière. Le minerai séché tombe sur le premier foyer vers le centre, les rateaux le font avancer graduellement en spirale vers la périphérie, d'où il tombe sur le 2d foyer. Dans le 1er, 3me, 5me et 7me foyer le minerai va vers l'intérieur et sur les foyers 2,4 et 6 dans une direction opposée. Les cendres sont déchargées par les portes du foyer inférieur ou dans des brouettes ou dans un autre système de transport.

L'air nécessaire à l'oxydation entre par des portes latérales, ordinairement situées sur le foyer inférieur.

Le tableau ci-contre lui donne quelques chiffres pour les différents fours construits suivant les patentes de Wedge. Il donne la surface du foyer et le capacité des différentes grilles.

TABLEAU XVIII.

Fours Wedges. Dimensions et capacité.

No.	Diamètre Extérieur.	Diam. de la conduite.	Nombre de foyers.	Foyer. Surface en pieds car.	Poids de la partie métallique.	Maximum de capacité en 24 heures. Tonnes de 2.000 liv.[1]
0	9′ 9″	2′ 6″	3	130	17.450 liv.	1·5
1	9′ 9″	2′ 6″	5	217	20.900 "	2·5
2	9′ 9″	2′ 6″	7	304	24.350 "	3·6
3	12′ 0″	2′ 6″	5	373	23.200 "	4·3
4	12′ 0″	2′ 6″	7	522	27.300 "	6·0
5	16′ 0″	4′	5	725	73.100 "	8·3
5a	16′ 0″	4′	5	725	spécial	8·3
6	16′ 0″	4′	7	1.015	87.700 "	11·6
6a	16′ 0″	4′	7	1.915	spécial	11·6
7	20′ 9″	4′	5	1.245	86.800 "	14.3
8	20′ 9″	4′	7	1.743	110.300 "	20·0
19	21′ 6″	4′	5	1.470	95.500 "	16·9
10	21′ 6″	4′	7	2·058	116.000 "	23·6
10a	21′ 6″	4′	7	2.058	116.000 "	23·6
11	22′ 6″	4′	3	2.978	80.000 "	11·2
12[4]	34′ 0″	4′	1	787	154.400 "	70·0
13	24′ 0″	4′	3	1.117	82.600 "	12·8

En plus des fours types Wedge, construits d'abord pour les fabriques d'acide, la même maison construit des fours à mouffles pour usages spéciaux. La planche XVIII représente un four avec 3 foyers, chauffés par mouffles, et construit pour chauffage à la houille. Entre le 2e et le 3e foyer se trouve un appareil de chauffage préalable. Le four est construit de manière que l'air puisse pénétrer par là, chauffé d'abord et entrer en-dessous des mouffles.

Ces fours sont construits avec diverses variantes. Les mouffles peuvent s'appliquer à tous les foyers, l'air chauffée d'abord peut arriver au mouffles ou aux foyers ou aux deux: on peut employer d'autres combustibles que la houille, suivant l'usage auquel le four doit servir.

[1] Informations données par les constructeurs.

[2] Sans la colonne capacité, ces chiffres s'appliquent pour des pyrites de 50% de soufre, et réduisant le soufre à 2% dans les cendres.

[3] Pour la fabrication de la pulpe au sulfite.

[4] Le four No. 12 est destiné pour usages chlorurant, et la capacité donnée ci-dessus a été essayé dans ce but.

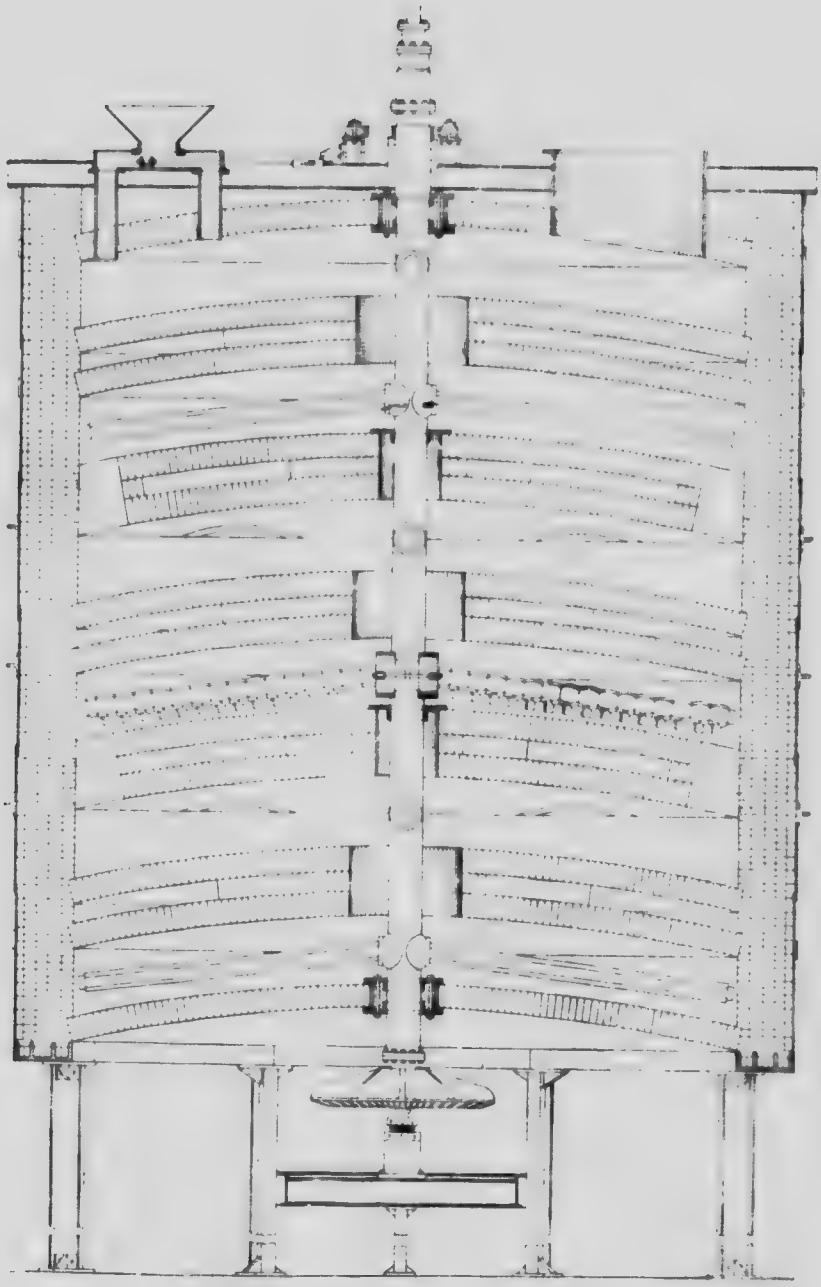


FIG. 10. Four à griller Heinze-Freeland, coupe verticale transversale.

Four à griller Heinze-Friedland.[1] — Un four construit aux usines de The Ducktown Sulfur, Copper & Iron Co. à Isabella, Tenn. présente quelque traits caractéristiques qui ont de l'intérêt. La description suivante et les dessins ci-contre ont pu être publiés grâce à l'amabilité de Mr. N. L. Heinz et la Ducktown Sulphur, Copper & Iron Co.

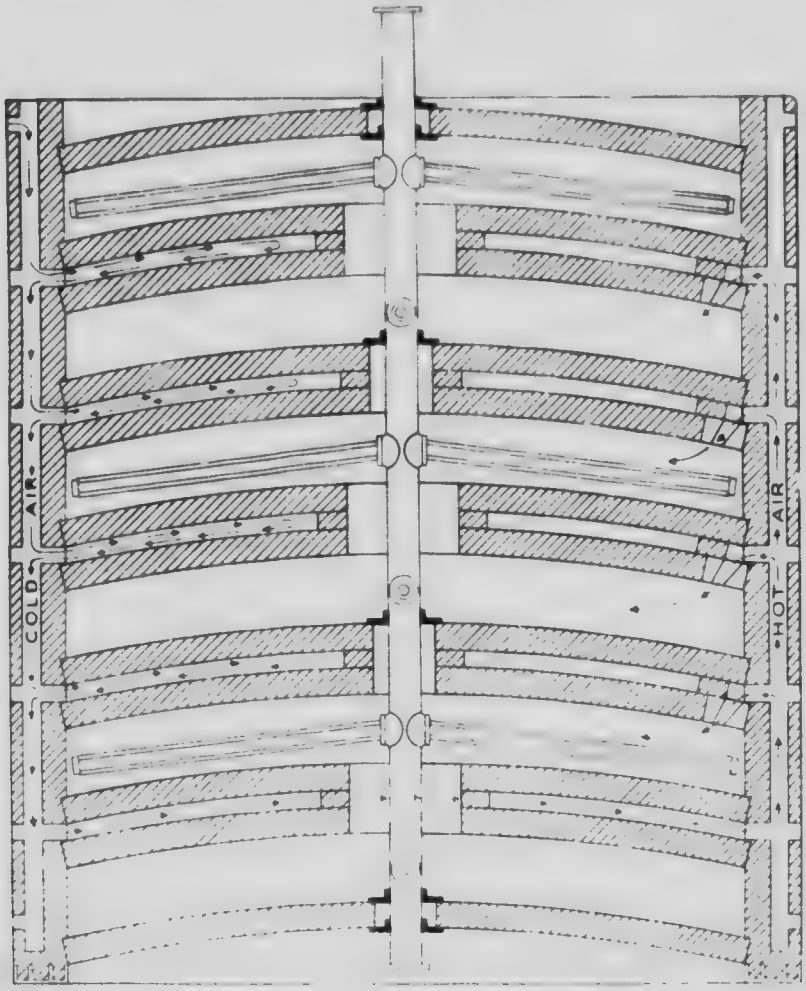


Fig. 11. Four à griller Heinze-Freeland. Coupe verticale montrant la circulation d'air.

Comme forme et construction générale il ressemble un peu aux autres fours déjà décrits. C'est un four cylindrique à 6 foyers avec murs latéraux en briques rouges et foyers en briques refractaires. Une colonne

[1] Les concessionnaires du brevet ont le contrôle exclusif de ce four. Pour toute information s'adresser à la Wedge Mechanical Furnace Company, 115 Chestnut St., Philadelphie ou à N. L. Heinze, La Salle, Ill.

centrale porte les bras de rateaux, 2 par foyer. La conduite et les bras sont refroidis par un courant d'eau. L'introduction d'une série de 5 mouffles, au-dessus de chacun des 5 foyers inférieurs est nouvelle; de même l'épaisseur des murs extérieurs du four permettant d'y placer des conduites d'air. A l'aide des portes du mur latéral et de soupapes disposées convenablement et qu'on peut remplacer à volonté, la quantité d'air nécessaire à la combustion du soufre du minerai, peut être forcée de passer d'abord à travers n'importe quel nombre de mouffles. L'air s'échauffe dans les mouffles et peut être introduite à un foyer quelconque. Les dessins ci-joints (fig. 10 à 13) montrent la construction générale du four et la disposition des conduites d'air quant aux foyers. Il faut remarquer que les mouffles sont chauffés par la combustion du minerai dans le four. Dans le cas de pyrites ordinaires, on n'a pas besoin d'une source de chaleur auxiliaire. Le four semble être construit pour griller des minerais à basse teneur de soufre.

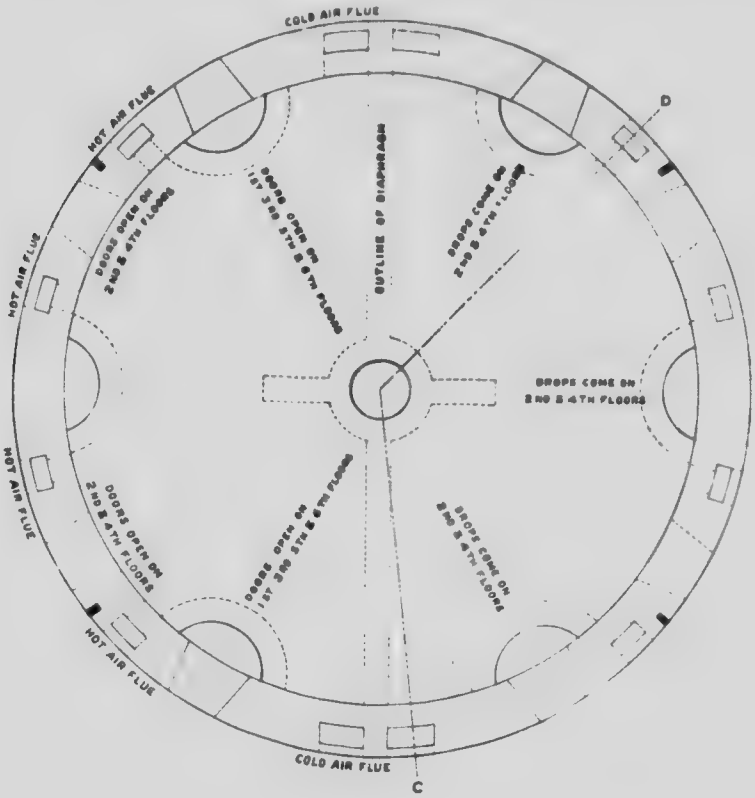
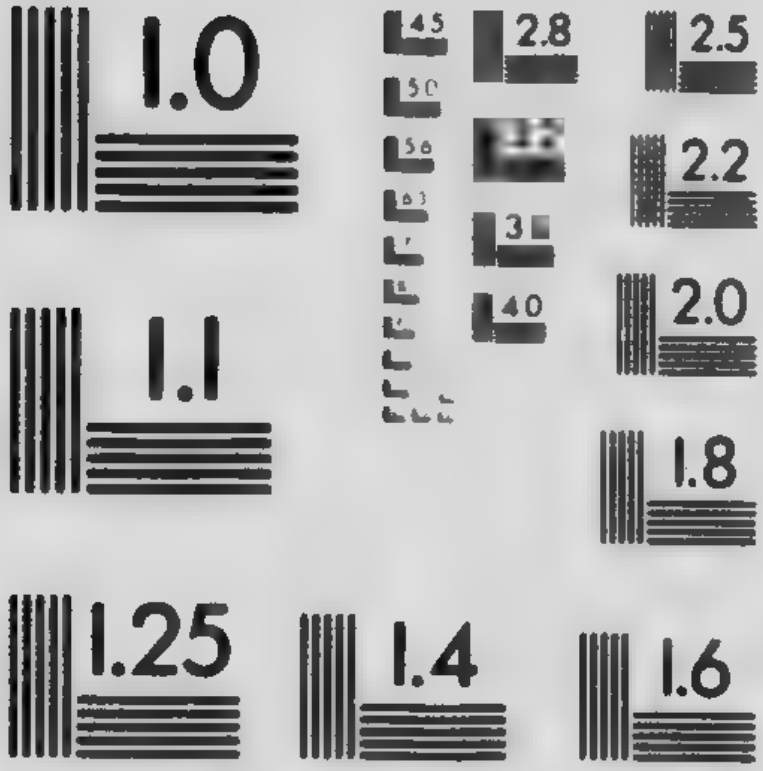


FIG. 12. Four à griller Heinze-Freeland, Coupe horizontale.

MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

(ANSI and ISO TEST CHART No 2)



APPLIED IMAGE Inc

1653 East Main Street
Rochester New York 14609 USA
(716) 482-0300 - Phone
(716) 288-5989 - Fax

Dans les usines d'Isabella on a construit tout près du four un sécheur auxiliaire. Les gaz chauds du four sont employés comme source de chaleur pour le sécheur, et le minerai à griller passe d'abord, s'il le faut à travers le sécheur. Le four a travaillé seulement par intermittence, pendant

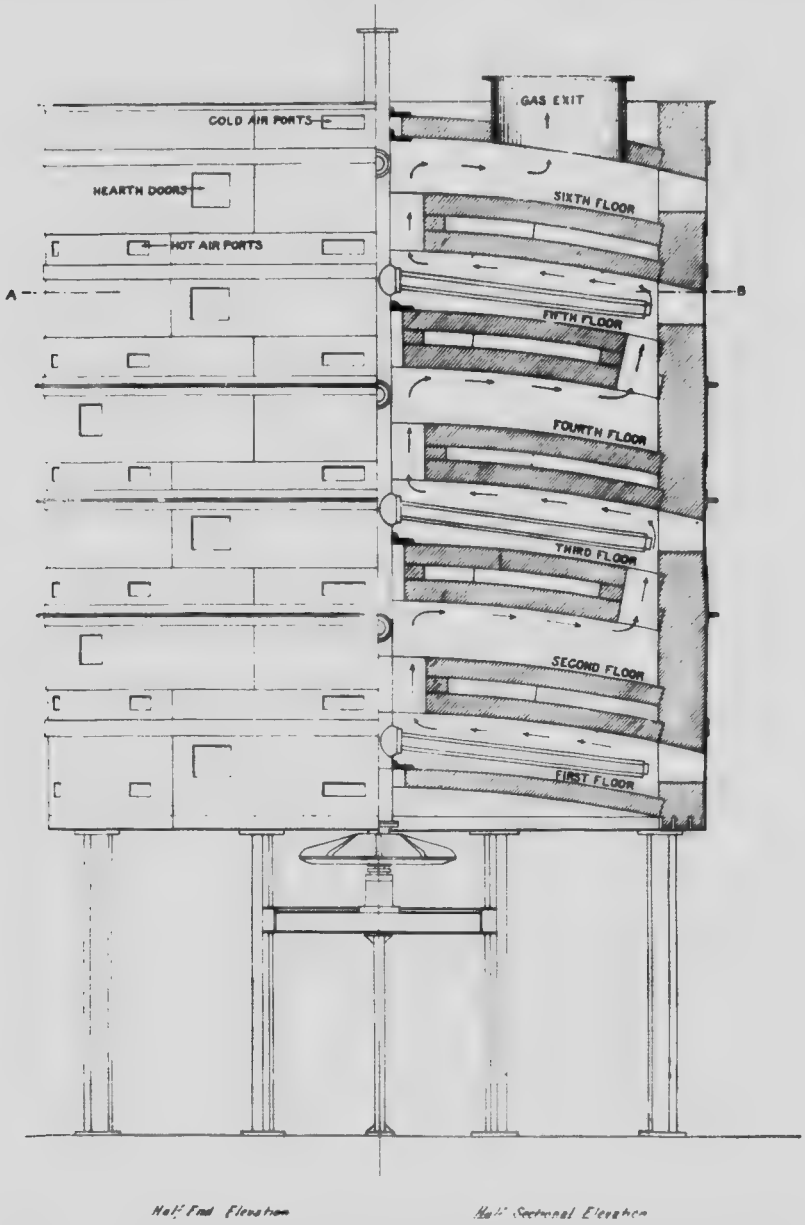


FIG. 13. Four à griller Heinze-Freeland, montrant l'entrée de l'air et les foyers.

un peu plus d'un an: Des années complètes quant à sa capacité et son rendement n'ont pu être publiées. Mr. Heinze a tout de même eu l'obligeance de nous communiquer quelques détails sur les 2 essais qui ont été faits avec ce four. Le four marchait durant 31 jours à l'air chaud avec les résultats auivants: on chargeait 45,000 lbs. de minerai brut par jour et il restait 2·40% de soufre dans les cendres.

Pendant 30 jours on marchait sans air chaud: on chargait 29,300 lbs. de minerai brut par jour et dans les cendres il y avait 4·94% de soufre. Le four peut marcher avec ou sans chauffage de l'air préalable. Pendant les 31 jours en chauffant l'air d'abord à 350° C. en moyenne on n'a pas constaté de calcination.

Le minerai chargé contenait en moyenne S 26%, CaO 2·25%, MgO 3·15%, MnO 0·20%, Zn 0·45% et CuO 0·77%.

Four Evans-Klepetko.[1]—Les principales différences entre ce four et le four Herreshoff sont la forme du four et l'introduction d'un système de refroidissement à l'eau de la conduite centrale et des bras. Le premier four d'un diamètre de 16′ avait 8 foyers, une conduite refroidie à l'air et 8 bras en fonte. La chaleur dégagée était suffisante à faire plier les bras sous leur propre poids, Ces difficultés ont été détournées en substituant le refroidissement à l'eau à celui par l'air, et en réduisant le nombre des fours à 6. Au commencement il n'était en usage que pour griller des pyrites de cuivre en vue de la fusion, maintenant il est employé aussi dans les usines d'acide.

Le four décrit par Hofman a 18′3·5″ de haut, et 15′10″ de diamètre: il est enveloppé de bouilleurs en fer de ⅜″ et garni d'un mur en briques rouges. Il a 6 foyers voûtés avec une flèche de 0″ et distants de 3′, chaque foyer a 2 bras tournant qui font 60 tours à la minute. Le four est placé sur des colonnes de 12′ haut pour pouvoir ramasser le minerai grillé dans des trémies, et le décharger dans des wagonnets. 6 fours forment une batterie: de centre en centre il y a 18′ dans une direction et 21′·5″ dans l'autre. Chaque four à 2 conduites de gaz, de 2′ de diamètre avec des ouvertures en haut et en bas pour enlever les poussières de gaz: les ouvertures du bas portent des tuyaux verticaux reliés directement aux trémies de chargement. L'arbre central du four est mis en mouvement par en bas. 2 fours reçoivent leur force motrice d'un arbre central auquel ils sont reliés par des des manchons à friction. Un manchon peut être enlevé ou placé sur chacune des 6 plateformes entourant le four. L'eau de refroidissement passe près de l'extrémité de l'arbre creux tournant d'un diamètre intérieur de 9″, par un tuyau de 3″ et sort des bras horizontaux tournant par un tuyeau horizontal de 1″. En passant entre le tuyeau et l'arbre, elle prend l'eau de retour des bras tournants et la verse au sommet par 2 tuyaux de décharge, dans des réservoirs fixes. L'arbre et les bras sont munis de rebord pour pouvoir les changer facilement. L'eau de décharge est à 80°C et il faut 20 gallons d'eau par minute et par four. L'expérience a démontré

[1]Hofman, H. O. "Notes on the Metallurgy of Copper of Montana" Trans. A. I. M. E., Albany meeting 1903, Vol. XXXIV, pp. 258-316.

qu'il faut 10 H.P. pour 6 fours. Si on grille du minerai trop pauvre en soufre pour bruler seul c. à d. à environ 28%, il faut une acre auxiliaire pour 2 fours: on le place au niveau du foyer inférieur, et fait entrer les flammes par le 4me foyer.

Les concentrés humides arrivent du bocard par une voie suspendue, sont déchargés dans les 2 trémies de chargement d'un four. Ces trémies sont à 19′ l'une de l'autre et ont 4′6″ de diamètre sur 0′8″ et deviennent coniques ensuite pour 7′6″. En bas elles ont 3′6″ pour 1′2″ pour s'adopter aux ouvertures des voûtes des fours. Le haut de la trémie est munie d'une grille pour casser les blocs et enlever les gros morceaux, qui par hasard ont passé avec le minerai. La trémie peut contenir 2 wagons de concentrés ou 33 tonnes. Ce poids par sa poussée vers le bas, empêche la charge de rester suspendue: et résout ainsi la question de chargement des concentrés humides fins. Le contenu de la trémie est déchargé continuellement dans le four à l'aide d'un dispositif en forme de I qui passe et vient en-dessous de l'embouchure avec une portée d'environ 10″. Les tiges des 2 chargeurs sont réunies par une pièce en croix, qui pivote par le centre, et est reliée par une tige par un bout à une chaîne et par l'autre extrémité à un heurtoir d'une roue de manivelle dentée. La roue dentée engrène avec l'arbre central du four. Au foyer supérieur le minerai est étendu sur une épaisseur de 3″ par le bras tournant. Le dessus de ce bras est protégé par des plaques en fonte contre une usure rapide, là où il rase le minerai descendant par les ouvertures de chargement. La moitié extérieure d'un foyer a 9″ d'épaisseur, l'intérieur 6″. Les raisons de cette différence sont. d'abord économie de briques, réduire le poids au centre, empêcher le contact avec les dents de bras, si le foyer se soulève sous l'action de la chaleur, et de former une saillie pour retenir le fond travaillant librement (calcaire broyé, parfois poussières de conduite, ou poussière de coke) et ayant environ 4″ d'épaisseur au centre et 9″ à la périphérie. Les 2 bras d'un foyer ont 7 et 8 dents en fonte: ces dents ont 8″ de long sur 6″ de large et ¾″ d'épais. Les 3″ inférieurs d'une dent qui viennent en contact avec le minerai, sont trempés. On n'a aucun avantage à faire les dents plus épaisses que ½″, car l'usure se fait obliquement à la surface de travail et par conséquent présente simplement une plus large surface à l'usure, mais n'augmente pas la durée. En même temps que les dents s'usent le minerai commence à bâtir sur le fond du foyer. S'il faut les renouveler, on les enlève et une sorte de charrue est glissée sur le bras tournant et poussée peu à peu vers le centre après chaque tour de bras. La croute qui s'est formée est cassée ainsi facilement. Les croutes du second foyer sont plus difficiles à casser que celles des autres. Les dents du foyer supérieur durent 25 à 34 jours: celles du 6me foyer 6-8 mois. La durée plus courte des premières provient de l'usure mécanique causée par la décrépitation du minerai. Elle ne peut pas être due à une réaction chimique, car le foyer sert seulement comme sécheur à moins que l'humidité donne lieu à la formation d'un peu d'acide sulfurique, mais la température des gaz sortant est à 315 C, et le tirage est assez fort pour accuser une dépression de 0·3″ d'eau.

Le grillage commence au 2e ou 3e foyer et il varie suivant la force du tirage et le nombre de tours que font les bras. Avec un fort tirage la chaleur augmente: avec une révolution en 55″ le grillage commence au 2d foyer et au 3me seulement avec une révolution dans 75″. Le minerai en passant du 1er foyer par l'ouverture annulaire au centre de la voûte du 2d foyer (protégé par un anneau en fonte) rase un distributeur qui empêche le minerai de tomber dans la conduite. En marche normale 3 portes du foyer inférieur sont ouvertes pour admission de l'air. Si le four devient trop chaud, on ouvre plus ou moins les portes du 3me foyer, ce qui modère le tirage. Pendant que le minerai tombe de foyer en foyer le courant de gaz ascendant entraîne des poussières qui en rasant les voûtes y adhèrent en partie et y construisent. Pour protéger les bras contre l'usure à ces places, on les recouvre de plaques en fonte. Si la poussière a atteint une épaisseur de 4″ on l'enlève avec des ciseaux pointus. Les essais qu'on a fait pour proteger les voûtes aux endroits faibles par des plaques en fonte ont bien réussi: car la poussière en tombe facilement. Ces poussières sont facilement achetées par les hauts-fourneaux dans le minerais à 30% de silice, elles n'ont que 6% de silice: ce qui provient de ce que les particules d'oxyde ferrique sont plus facilement entrainées par le courant gaseux que les gangues. Les poussières des chambres de dépôt ont une plus forte teneur en soufre que le minerai.

Pour la mise en marche du four, on charge du calcaire broyé pour former la sole de travail. On allume ensuite du bois sec doux, c. à d. à longue flamme par les portes latérales du 3me et 5me foyer. Un four nouveau est porté au rouge foncé en 3 ou 4 jours: pour un vieux four il ne faut que 2 jours. Après on charge des concentés. Il arrive qu'après avoir chargé pendant 5 ou 6 heures le four se refroidit trop, il faut allumer pendant $1\frac{1}{2}$ ou 2 heures un nouveau feu au 3me et 5me foyer: parfois on remplace le minerai par une demi tonne de charbon. S'il arrive au 3me foyer, on arrête les machines et laisse le charbon bruler. Pour l'allumage on doit jeter parfois du bois sec dans le foyer. Dans des conditions normales le four marche le mieux quand les gaz indiquent une dépression de 0·3″ d'eau: si elle diminue, le four se refroidit. Le minerai met $1\frac{1}{2}$ heure pour passer par le four. Si le four chauffe trop, on charge plus de fins humides, dans le cas contraire on met d'avantage de gros concentés et diminue la quantité de la charge. Comme indiqué plus haut, la température est réglée aussi par l'admission d'air: en fermant les portes d'en bas la chaleur monte, et elle descend en les ouvrant. En ouvrant plus les portes le tirage augmente. La charge une fois fixée n'est plus changée et le nombre de tours des bras par heure reste par conséquent constant.

La poussière d'une conduite qui relie 3-4 fours et forme les 4 à 5% du minerai, est raclée chaque jour: parfois une partie est soufflée dans la conduite principale d'une batterie par un tuyeau sous une pression d'environ 90 lbs. par pouce carré. La perte en poids du minerai y compris les poussières de conduite est d'environ 20%.

Dans les conditions normales un four traite en 2 heures 40 tonnes de minerai sulfuré à 35% de soufre et 10% de cuivre ou 0·042 tonne par pied carré de surface de foyer, en abaissant la teneur en soufre à 7%. Le minerai grillé à 14% de cuivre et traité de la même manière retient à peu près 10% de soufre. La produit varie naturellement avec la vitesse des bras tournants. Avec un tour en 75″, on ne grille que 30 tonnes, mais avec un tour de révolution en 50″ la production augmente de 50 à 55 tonnes.

Pour conduire une série de 6 (resp: 8) fours il faut par équipe de 8 heures ½ de contremaître, 1 ouvrier pour le four, 1 aide, ⅙ ouvrier pour huiler, ⅙ pour les réparations et un chargeur.

Les analyses moyennes ci-contre du minerai grillé présente 2 déterminations de la moyenne des échantillons pris nuit et jour pendant un essai de 15 jours. SiO_2 26·9%. Cuivre 18·3% dont 9·9% étaient sous forme de CuO.

Fer 30·0%, dont 17·9% étaient sous forme de fer métallique.

Soufre 9·2% dont 0·81% étaient sous forme de SO_3.

Four à griller Merton.[1]—Ce four qui commence à être employé dans les usines à acide de la Grande Bretagne, se différencie des fours mécaniques ordinaires, par quelques points importants. Les figures 14 et 15 font voir une section transversale et horizontale du four pour griller les pyrites. Le four est en briques avec des blocs en ciment armé pour le piedestal de l'arbre. Il y a 3 foyers rectangulaires. Vus en section transversale les foyers sont voûtés pour relier les dimensions plus étroites du tour. Deux conduites verticales portent des bras avec rateaux: la distance de centre en centre des conduites est un peu moins que la dimension transversale du foyer.

Les conduites tournent par l'intermédiaire d'un engrenage sans fin baignant dans de l'huile: là où on peut le faire on emploie des coussinets à cylindre pour diminuer le frottement. Conduite et bras sont refroidis par l'eau. Les rateaux sont mobiles sur les bras et peuvent facilement être renouvelés y étant simplement glissés. Ils sont disposés sur 3 rangées sur chaque bras, l'un étant un peu en avant de celui qui le suit, de sorte que tout le foyer est bien remué. Le minerai est chargé par une trémie sur le foyer supérieur du four. Il est poussé sur celui-ci par des rateaux. Arrivé au bout il tombe par la porte sur le foyer en-dessous. Ici il est déplacé de la même façon, mais en sens contraire jusqu'à ce qu'il atteigne la porte à l'autre bout où il tombe sur le 3me foyer. Il passe ainsi de foyer en foyer et à la fin la cendre désulfurée et oxydée est enlevée du foyer inférieur. L'air nécessaire à la combustion entre suivant une direction opposée à la marche du minerai, et les produits de la combustion sortent par la conduite du foyer supérieur près de la trémie de chargement. Chaque foyer a ses portes de travail: mais on ne s'en sert que pour inspecter, ou si le four doit être réparé.

Là où il faut une source de chaleur étrangère pour oxyder certains minéraux, ces fours ont un foyer auxiliaire.

[1] Fabriqué et vendu par la Merton Furnace Co., 62 London Wall, London.

Le four type de cette catégorie peut traiter 5·5-6 tonnes de pyrites par jour en consommant 1·5 H.P.

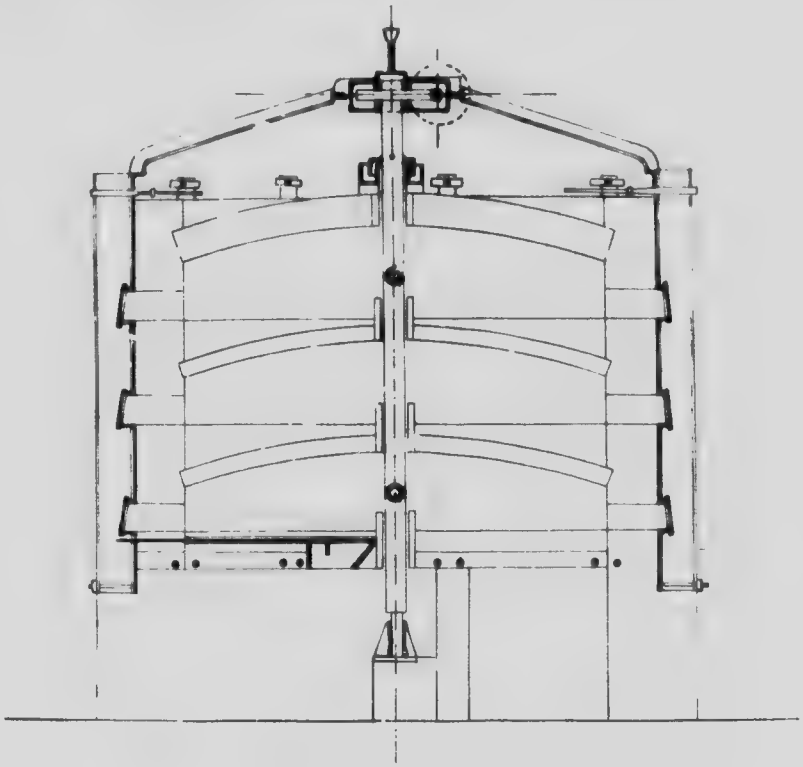


Fig. 14. Four à griller Merton. Coupe verticale transversale

Il parait que ces fours produisent le minimum de poussières, car le minerai passe sur le foyer recouvert par les rateaux des bras entre chaque chute. Toute poussière produite a le temps de tomber avant de sortir du four.

Les réparations sont très minimes, on n'a qu'à changer de temps en temps les rateaux.

Ce four coûte £480 ou $2,335.00.

La société construit aussi un four à moufles d'une disposition générale analogue, mais plus grand et surtout pour traiter les galènes et les blendes et pour récupérer l'acide sulfureux.

Four O'Brien. Ce four est construit avec une enveloppe en briques entourée d'une sorte de chaudière, le tout est supporté par des colonnes en fer à cornière. Le four diffère des autres du même type en ce qu'il a quelques perfectionnements dans les détails de construction. Dans la description de la patente on en revendique 26. Les principales modifications sont les suivantes:

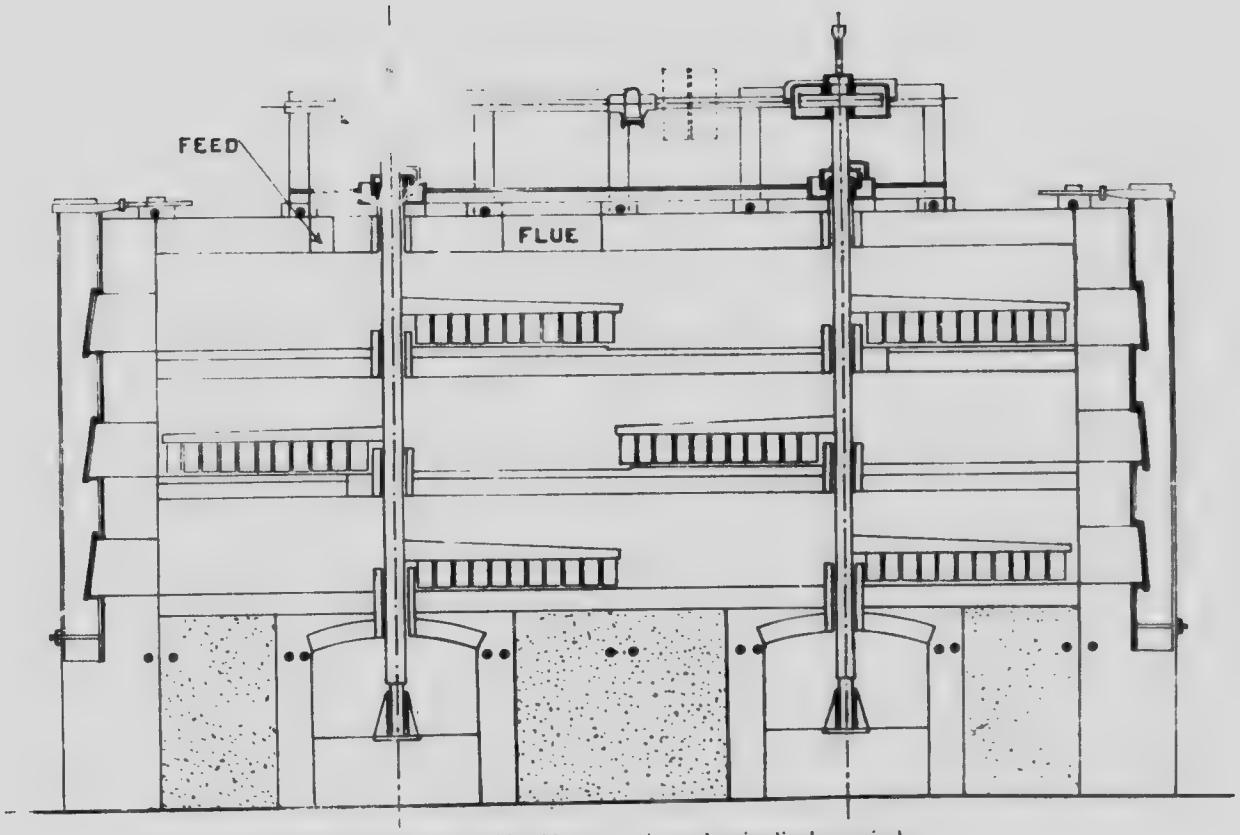
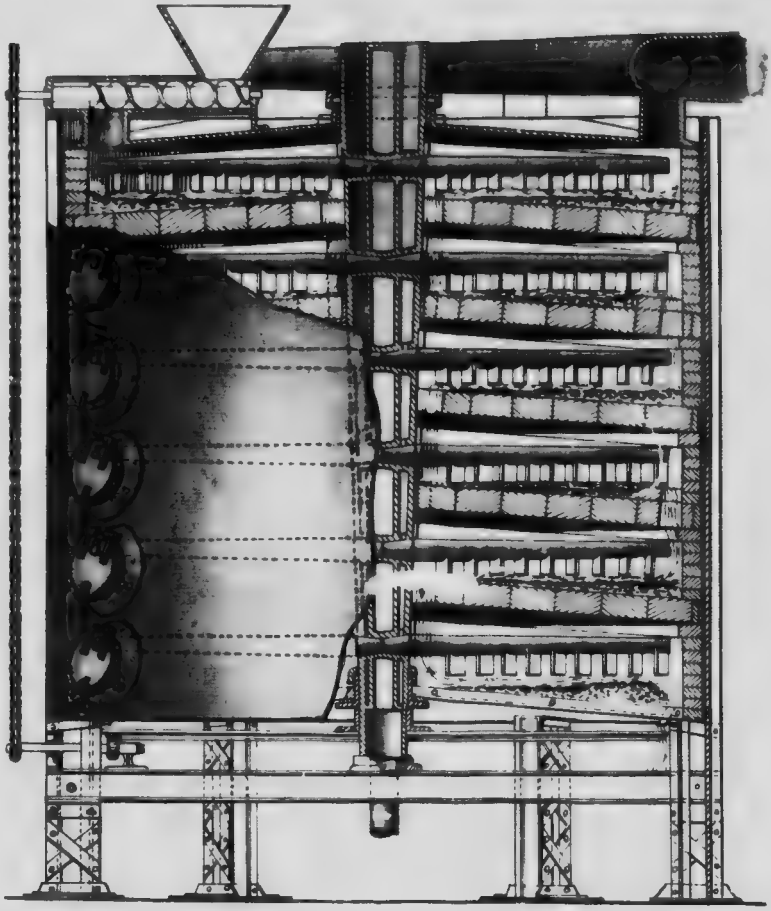
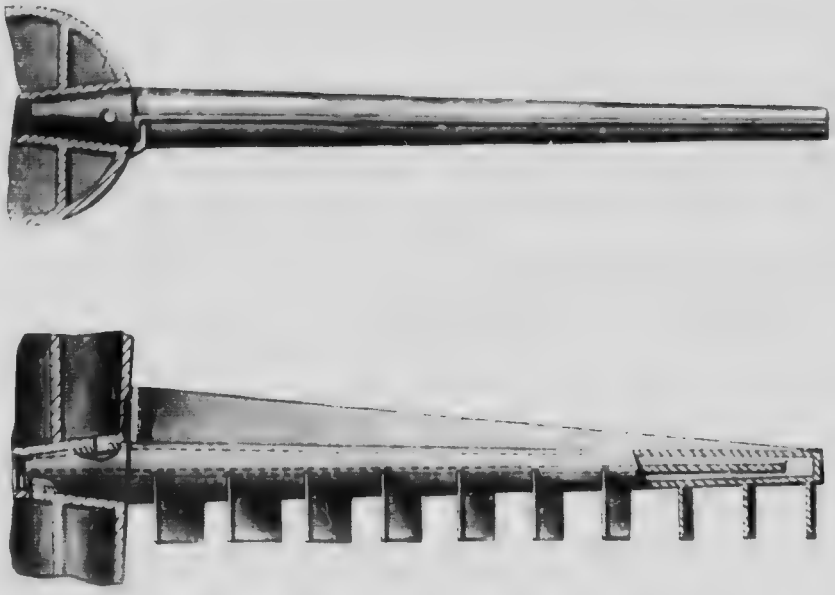


Fig. 15. Four à griller Merton. Coupe longitudinale verticale.



Four à griller O'Brien.



grill O'Brien. Rateaux, bras de rateau, et mode d'attache.

Les foyers sont renforcés vers l'extérieur par les bandes annulaires qui les empêchent de s'étendre par la chaleur et exercer une pression sur l'enveloppe du tour. Les rateaux peuvent se détacher et s'ajuster dans des douilles coniques de l'arbre: ils sont maintenus par des tirants communiquant avec des saillies correspondantes de l'arbre, si le bras après insertion dans la douille est tourné autour de son axe sous un petit angle.

L'arbre est conique et pointu, la pointe vers le bas. Des cloisons verticales sont placées dans l'arbre formant 3 compartiments. Les bras sont creux avec 2 compartiments, l'un pour amener l'air d'un compartiment de l'arbre dans le bras: l'autre pour la sortie de l'air dans l'autre division de l'arbre. Les bras creux sont ajustés dans une douille pointue s'étendant dans l'arbre à travers les cloisons. Le bout intérieur de chaque bras porte des ouvertures qui communiquent avec les compartiments respectifs de l'arbre. Arbre et bras sont refroidis par l'air qui entre par en bas de l'arbre.

La planche XXII montre la construction générale et les traits caractéristiques de ce four. Un simple bras à rateaux avec une section transversale de la conduite montrent ces cloisons et le passage de l'air, est vu de la planche XXIII A. La planche XXIII B montre un bras avec rateaux. La connexion entre ces conduites d'air du bras et de l'arbre central est également dessinée dans cette figure.

Four Sjoestedt.[1] Les principaux traits de ce four sont:—

1. La combinaison de 4 fours simples en une batterie, disposés à égale distance d'un centre commun.

2. Une distance minimum entre le sol et le toit des voûtes des chambres de grillage, rendue possible par la construction des bras et la manière suivant laquelle ils sont attachés à l'arbre central, (ils sont maintenus en position par un mouvement horizontal de $^1/_4$ de tour.)

3. Un bras à rateaux rond, avec un dipositif de fermeture très sûr, les 2 extrémités étant fermées pour empêcher toute entrée d'air de l'arbre central dans les chambres de grillage. L'air nécessaire à la combustion, entre par des tuyaux spéciaux munis de valves pour régler l'entrée.

4. Des fours à mouffles séparés pour produire de la chaleur auxiliaire si c'est nécessaire, et ne communiquant pas avec les chambres de grillage. L'une au-dessous du foyer inférieur est une chambre de combustion, l'autre au-dessous du 2d foyer et le supérieur est une chambre de chauffage, par laquelle passent les produits de combustion, du combustible étranger de la chambre de combustion et sont employés ainsi à chauffer les foyers de grillage correspondants.

5. Une vis pour charger le minerai de la trémie dans les foyers: cette vis est mise en mouvement à l'aide d'une chaine sans fin de l'arbre principal.

Les figures 16 et 17 montrent des sections de ce four.

La fig. 17 représente une batterie de 4 fours en section transversale

[1] Sjoestedt A. E. "Acid Making from Pyrrhotite". Jour. Can. Min. Inst. Vol. VII, 1904, pp. 480-44.

horizontale, suivant la ligne brisée 11 et 1′ 1″ de la fig. 16, montrant la chambre de combustion a^5, les chambres de chauffage inférieure et supérieure a^4 et a^1, le foyer inférieur ou le foyer de déchargement A^5: la figure 16 montre une batterie en élevation suivant la ligne 33 de la fig. 17 à travers la colonne centrale du four. Un côté est vu avec les rateaux et l'autre sans les rateaux. A^5 A^1 sont 5 foyers voûtés fortement: a^1, a^4 a^5 sont les chambres de combustion et de chauffage. La marche du gaz et du combustible est indiquée par des flèches. Le gaz (ou huile) venant par le tuyeau principal F^3 entre par f^3 et un bruleur convenable dans la chambre de combustion en F et F , longe les parois fortement chauffées et est facilement enflammé il traverse la chambre et atteint la cheminée D, qui conduit à la chambre de chauffage a, au-dessus du foyer de grillage inférieur. Dans cette chambre se trouve aussi une paroi E qui s'étend jusqu'à la conduite centrale I et l'entoure, séparant l'entrée du gaz de sa sortie et forçant les produits de la combustion de faire un tour complet avant leur sortie et leur passage par la section supérieure de la cheminée D dans la chambre de chauffage a^1, en-dessous du foyer de grillage supérieur. Ici ils font le même chemin avant de sortir finalement par la dernière section de D et la conduite D^1 à la cheminée K, qui est commune à toute la batterie

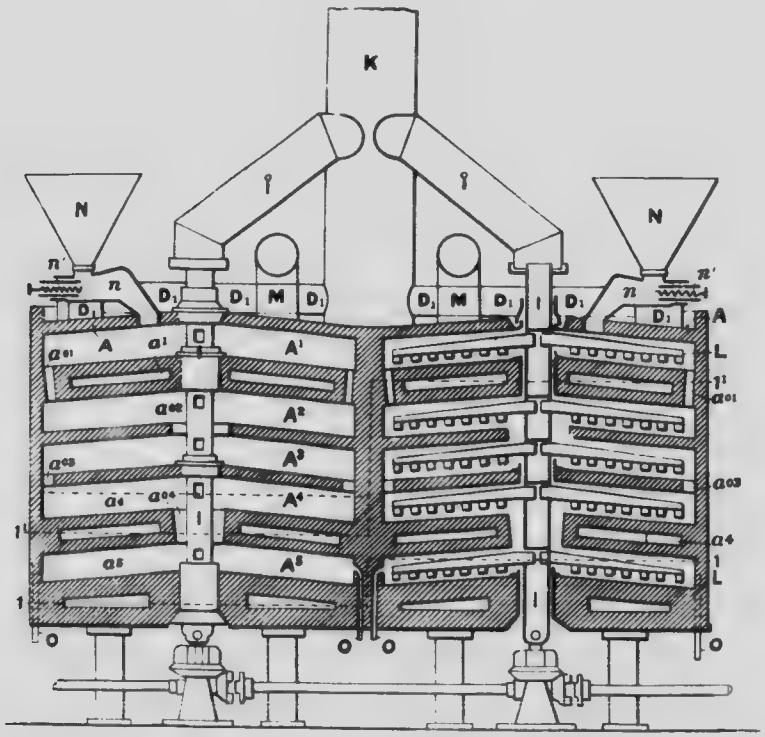


Fig. 16. Four à griller Sjösted, coupe verticale.

des 4 fours. F^4 et F^5 sont des judas pour controller la chaleur dans les chambres de combustion et de chauffage. G est un réservoir à air ("air chaud") au centre de la batterie, dans laquelle l'air pour la combustion est introduit sous pression par une soufflerie Rost et chauffé par les parois en briques qui l'entourent, de là il passe par les tuyères G^1 aux bruleurs F et F^1. Le minerai finement broyé, tombe par une ouverture du toit A de la chambre de grillage supérieure, sur le foyer A de la trémie N par le tuyeau de chargement n, muni d'une vis de chargement automatique n. Par suite de la chaleur du sol communiquée par la chambre de combustion a^1, le minerai est vite seché en même temps qu'il est poussé vers la circonférence par les dents du bras L, fixé à l'arbre central tournant I et tombe finalement sur le foyer A^2 par la décharge extérieure a^0. Les bras de ce foyer ayant leurs dents placées dans un sens opposé forcent le minerai à passer vers le centre et le déchargent par l'ouverture au centre a^{02} sur le foyer A^3. Pendant ce temps une grande partie de soufre a été enlevée et la chaleur produite par l'oxydation du soufre a diminué: mais en atteignant le foyer A^4, chauffé en dedans, une température suffisante à une oxydation ultérieure est maintenue: de même pour le dernier foyer A^5 qui est chauffé

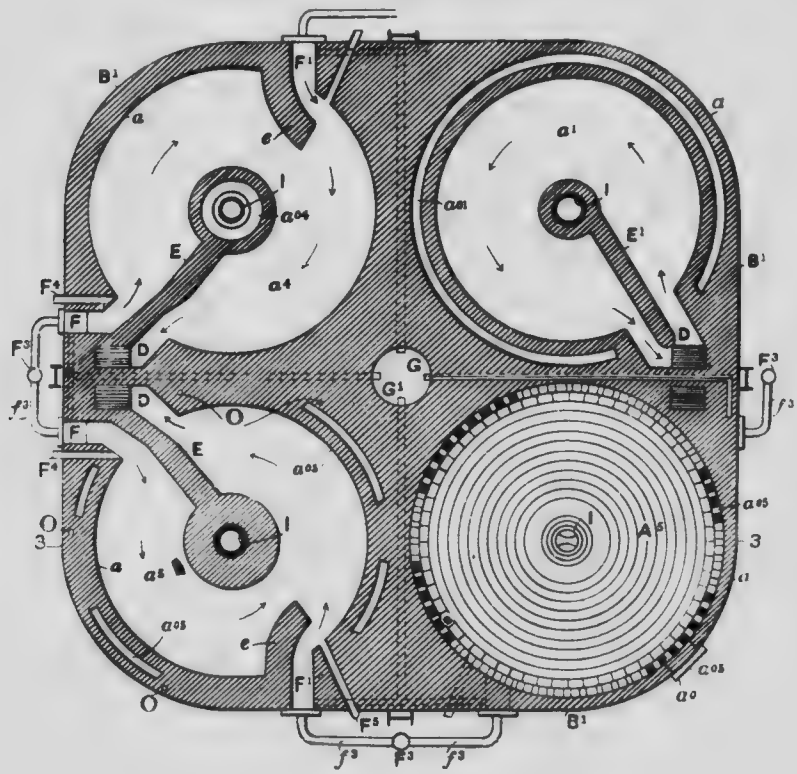


Fig. 17. Four à griller Sjösted, coupe horizontale.

directement en dedans par la chambre de combustion a^5. Les rateaux poussent le minerai maintenant grillé par les ouvertures a^{05} et le tuyeau a^{06} conduisant aux transporteurs de minerai ·0 sont des tuyaux pour admettre et controler l'ait nécessaire pour le grillage du minerai, M est un tuyau en fonte partant du toit de la voûte A de chaque foyer et par lequel les gaz sulfureux passent à la conduite de gaz principale.

Four cylindrique Jones.[1] Ce four est construit pour produire du gaz SO2 en grillant les pyrites dans un four rotatif dans une atmosphère contenant de l'air et du gaz SO2 provenant de la combustion du soufre commercial dans un bruleur auxiliaire. Le premier type de bruleur Jones (Brevet des U. S. A. No. 872,822) consiste en un four rotatif cylindrique revêtu de briques refractaires: 3 rangées de briques placées à égale distance et en saillie les unes sur les autres formant 3 crans suivant la longueur du cylindre agissent comme agitateurs pendant que le four tourne. Le type plus récent (Brevet canadien No. 141, 243) est divisé en compartiments par un revêtement en briques refractaires comme décrit plus bas. Dans ce type de four on voit une conduite cylindrique centrale pour amener le soufre vaporisé ou toute autre matière produisant de la chaleur à la zone de combustion du four. En pratique le soufre du minerai est allumé par la combustion de cette vapeur: après, la chaleur produite suffit pour maintenir la combustion du minerai, sans qu'on doive ajouter du combustible. Une autre caractéristique du procédé est le chauffage préalable du minerai à un degré tel qu'au moment où il entre dans la zone de combustion, le soufre s'enflamme et brûle. Dans le four Jones un système de séparation des poussières est en usage.

Le four est un four rotatif monté sur des rouleaux sans frottement et légèrement incliné. (Fig. 18 et Pl. XXIV). A côté de la sortie du four se trouve un four à bruler le soufre ou vaporisateur: ce four est ordinairement un four en béton armé dans lequel le soufre peut être vaporisé par combustion et sert à chauffer le four rotatif et à allumer le soufre du minerai. Une trémie convenable charge le minerai dans le four. Un tuyau qui conduit le soufre vaporisé dans le four communique avec le four et le tuyau de décharge, dans lequel les cendres du minerai grillé tombent et sortent du four.

Le four est revêtu des briques refractaires et portent intérieurement plusieurs cloisons, disposées en rayon entre la conduite tubulaire centrale et la périphérie intérieure (Voir fig. 18 et 19). Ces cloisons et le tube central vont de la sortie du four à une chambre étroite en avant où ils se terminent: cette chambre forme une partie de la zone de combustion du four. Une seconde série de cloisons sans tube central, se trouve entre cette chambre et l'entrée. Près de l'entrée du four et à l'intérieur de celui-ci une vis sans fin est fixée à l'ouverture pour pousser le minerai en avant dans le four,

[1] Description basée sur le brevet canadien No. 141243. Construit par the Pyrite Engineering Co. Carthage N.Y.

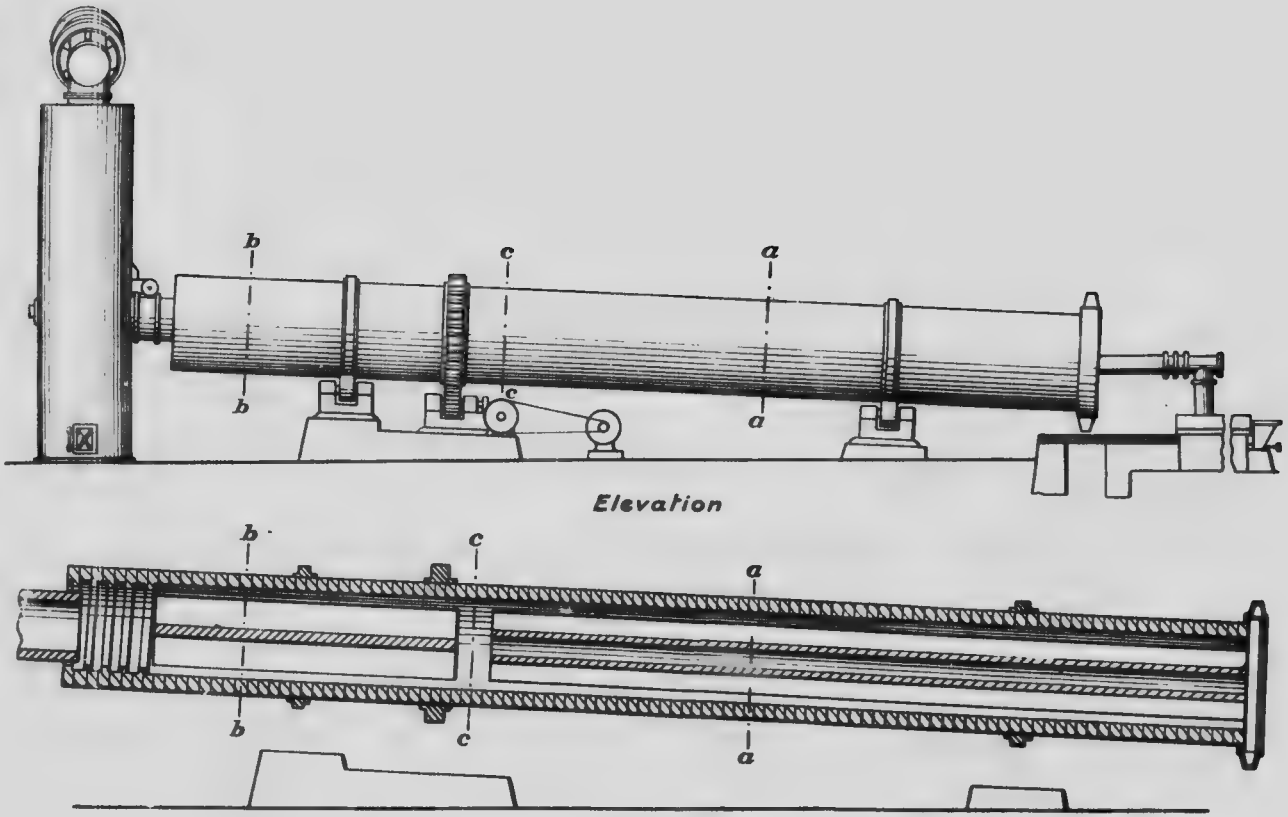


Fig. 18. Four rotatif Jones pour le grillgae des pyrites. Elévation et coupe longitudinale.

au fur et à mesure qu'il entre dans le tuyau de chargement. Le nombre des cloisons varie de 4 à 6. A la sortie se trouve un tuyau de déchargement; ce tuyau forme une sorte de chambre annulaire, fermée d'un côté et portant des judas. Deux trémies sont placées à des points diamétralement opposés sur ce tuyau. Chaque trémie est munie d'un bras coudé dans lequel est suspendue une porte ouvrant vers le dehors. Cette porte s'ouvre automatiquement pendant que le cylindre tourne et laisse ainsi les cendres.

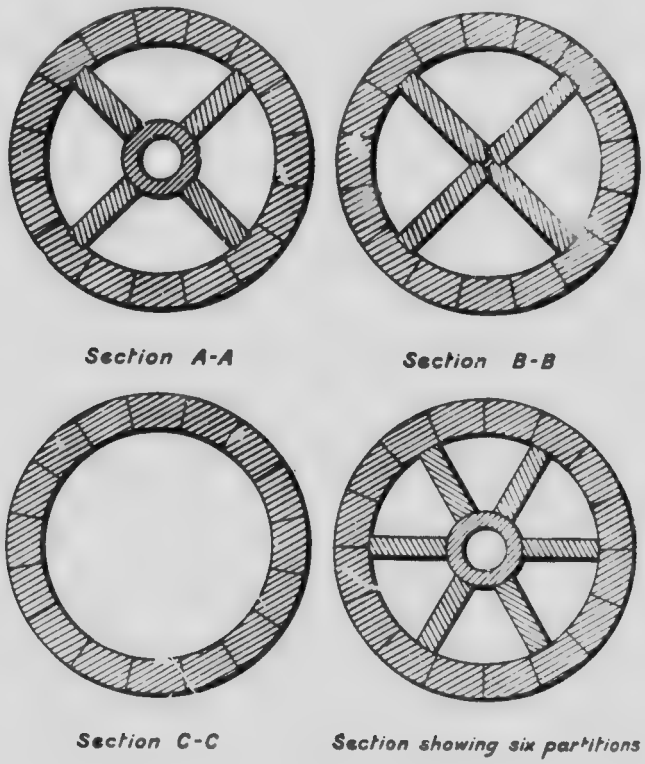
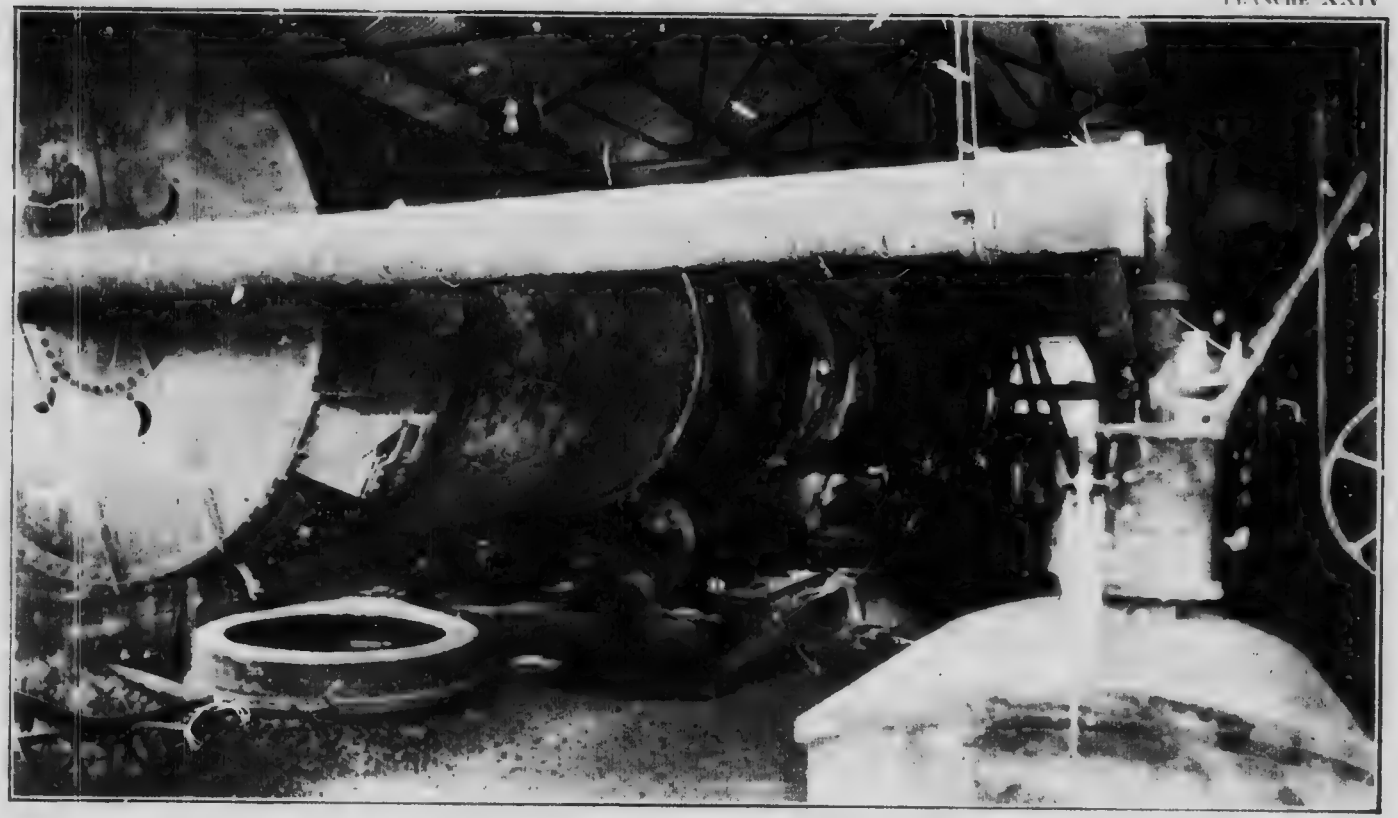


FIG. 19. Coupes transversales du four rotatif Jones montrant le revêtement et les cloisons.

Près de l'entrée du cylindre se trouve une cheminée, dans laquelle le gaz sulfureux du four à travers une connection du tuyau. Près du sommet de la cheminée et à l'intérieur se trouve une trémie (fig. 20): la partie inférieure de cette trémie est connectée à un tuyau incliné fixé à l'intérieur de la cheminée et vers le bord d'une ouverture dans la partie de celle-ci. Un autre tuyau incliné fixé à l'intérieur de la cheminée et en communication avec cette ouverture conduit au cylindre chargeur dans lequel est placée une vis en spirale. Un plan incliné près de l'entrée du four amène le minerai dans le four.



Four rotatif Jones, usines de la Hinckley Fibre Co., à Hinckley, New York.

La trémie a une ouverture dans sa paroi inclinée, à laquelle est fixé un tuyau de sortie pour les gaz. Ce tuyau passe par le sommet de la cheminée à un coude et ensuite par un tuyau légèrement incliné autour duquel est monté un cylindre sécheur pouvant tourner. Des pallettes en angle sont disposées longitudinalement en saillie sur la surface intérieure de ce cylindre. Ces pallettes servent à soulever le minerai et a lui permettre de tomber pendant que le sécheur tourne autour du cylindre central formé par la conduite de gaz. Le minerai est introduit dans le cylindre sécheur par un plan incliné qui passe par la conduite de gaz et le jette sur le coté inférieur du cylindre rotatif. Le cylindre sécheur est mis en mouvement d'une manière quelconque et le chargement peut se faire automatiquement.

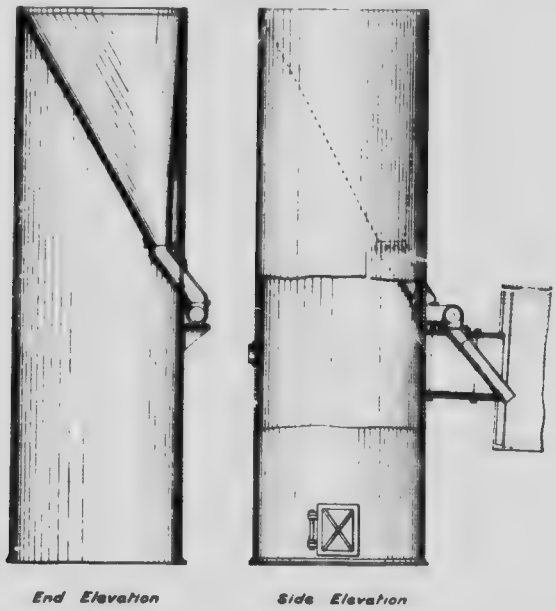


Fig. 20. Cheminée montrant la trémie de chargement du minerai.

Une chambre à poussière ou trappe est placée à côté du four, est connectée avec la conduite à gaz qui passe par le sécheur, la connexion avec la chambre se faisant par le dessus (Voir fig. 21 et 22). Le fond de la chambre est formée par 2 bassins en V courant le long de la chambre: des vis sans fin remuent la poussière si elle s'accumule au fond. Dans la chambre se trouvent une série de cloisons s'étendant seulement sur une moitié de la hauteur de la trappe (environ ½). Suspendus verticalement du toit de la chambre de poussiere des écrans formés de faisceaux de cordes de piano se trouvent au-dessus de chaque cloison. Une cloison centrale divise l'intérieur en 2 compartiments: un espace ouvert vers le haut de la cloison permet aux gaz de passer d'un côté à l'autre. Les parois de la chambre ont des ouvertures

convenables pour permettre de voir à l'intérieur: de plus il y a de portes permettant l'entrée dans la chambre. Du toit de la chambre à poussière une conduite amène le gaz qui a perdu ses poussières aux tuyaux refrigérants placés dans un réservoir contenant de l'eau. Les tuyaux refrigérants vont d'un côté à l'autre: ils ont une soupape permettant de les nettoyer, s'il le faut. Du refrigérant le gaz monte dans une chambre à l'extension, où une autre petite partie de poussière est retenue. Après il s'en va à son point de consommation.

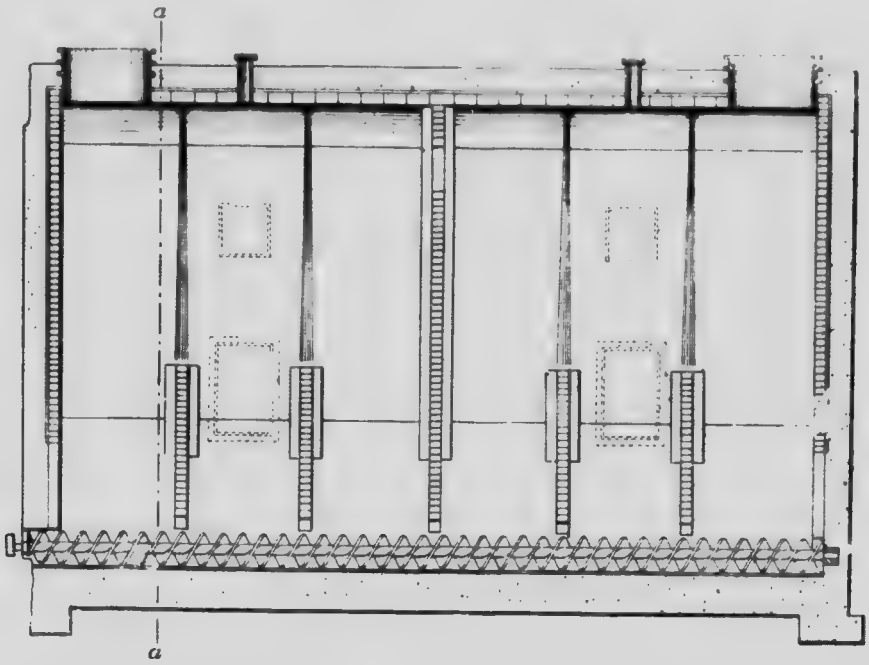


Fig. 21. Trappe à poussière Jones. Coupe longitudinale suivant la ligne b—b, fig. 22.

La mise en marche de ce four se fait en brulant une quantité de soufre suffisante, ou un autre agent producteur de chaleur dans le four. Le soufre vaporisé passe par la conduite centrale du four dans la chambre de combustion où il s'enflamme et chauffe à l'incandescence les cloisons à l'intérieur du four. Si les cloisons sont chauffées à la température convenable, le four est prêt à recevoir le minerai de la trémie. Les pyrites broyés à environ $\frac{1}{2}''$ sont chargées dans le cylindre sécheur. Sous l'influence de la chaleur de la conduite de gaz qui forme le centre de ce cylindre et à la suite de l'agitation produite par les palettes du cylindre sécheur tournant lentement, l'humidité du minerai est chassée. Celle-ci est conduite hors du cylindre par une sorte de cheminée. Le minerai passe à travers le sécheur jusqu'à l'ouverture de décharge et tombe dans la trémie de chargement de la cheminée, on a remarqué que le séchage empêche la

formation d'acide sulfurique, si les gaz sulfureux doivent servir à la fabrication de la pâte au sulfite. Après que le minerai a été déchargé il reçoit de nouveau la chaleur des gaz du four, comme ces gaz entourent la trémie dans la cheminée. Le minerai chauffé fortement est chargé dans le four par une vis de chargemen et est poussé en avant par les vis en forme de spirale vers l'entrée.

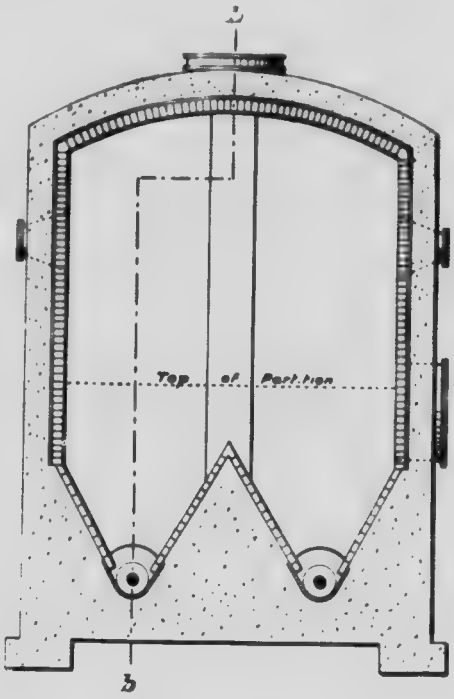


Fig. 22. Trappe à poussière Jones. Coupe transversale suivant la ligne a—a, fig. 21

Comme les cloisons ont été chauffées à l'incandescence avant que le minerai soit broyé, celui-ci brulera immédiatement et il se formera du bioxyde de soufre. Si le minerai est assez riche il brulera tout seul et la température maintenue sera suffisante pour bruler tout le soufre: dans ce cas on peut cesser la vaporisation du soufre commercial dans le four. Le minerai passe par les différents compartiments du four: les cendres sont déchargées dans le tuyeau et les trémies y adoptées.

Les essais ont montré que la division de l'intérieur du four dans des compartiments permet de traiter une grande quantité de minerai et cette subdivision est essentielle pour réussir, donnant une plus large capacité que dans n'importe quel cas.

Le gaz produit par l'oxydation des pyrites est aspiré dans la chambre de poussière après avoir passé à travers la trémie de la cheminée. Comme il est chargé en poussière, il passe à travers un écran formé de corde de piano suspendues au toit de la chambre à poussière. Ceci force la poussière à tomber, les essais ont montré que le courant de gaz chargé de poussière fait vibrer les cordes et retient les particules de poussière. De la chambre à poussière les gaz sont conduits dans un tuyau refrigérant où ils circulent à travers des tuyaux immergés dans un milieu refroidissant ordinairement de l'eau. Du refrigérant les gaz passent dans la chambre à expension où les dernières particules de poussières sont retenues. Le gaz sulfureux refroidi et lavé est prêt maintenant à la fabrication de l'acide sulfureux ou sulfurique.[1]

Emploi du bioxyde de soufre.

D'après Lunge[2] les usages de l'acide sulfureux sont les suivants: La plus grande quantité de SO_2 sert à la fabrication de l'acide sulfurique. Après vient son emploie dans la fabrication de la pâte de bois, surtout à l'état bisulfite de calcium (ou une solution de $CaSO_3$ dans une excès d'acide sulfureux). Un des plus anciens emplois sous forme de combustion de soufre, est comme agent désinfectant ou comme agent antiseptique. Comme désinfectant il n'est plus tant employé qu'auparavant qu'on a remarqué que beaucoup de germes contagieux résistent à l'action de SO_2 pendant assez longtemps. Comme antiseptique SO_2 est employé dans la fulmigation des barrils de vin, pour arrêter la fermentation des moûts, dans la fabrication de la colle, (où il agit comme agent blanchissant) et dans beaucoup d'autres cas.

Dans l'industrie textile l'acide sulfureux est employé surtout comme agent blanchissant spécialement pour la laine, la soie, la paille etc. On ne sait pas de quelle manière il agit dans ce cas, peut être en formant un composé avec les matières colorantes contenues dans les fibres. Avant on admettait généralement que SO_2 agissait comme agent réducteur pour blanchir, ce qui est vrai, dans certains cas, mais probablement pas dans tous. Les propriétés réductrices de SO_2 sont employées dans les opérations chimiques et métallurgiques dans trop de cas pour pouvoir être énumérés ici.

Dans quelques usines le SO_2 est préparé liquide en le refroidissant et en le comprimant. Dans cet état il est emmagasinné dans les cylindres rotatifs en tôle: ces cylindres ont une capacité de 1 à 2% de leur poids. Des wagons réservoirs d'une capacité de 10 tonnes sont employés là où il faut employer de plus grandes quantités de liquide. Ces cylindres pour wagons transporteurs sont en fer forgé avec soudure. Ils ont environ 23'

[1] Voir description de l'installation du moulin au sulfite de la Hinckley Fibre Co., Hinckley, N.Y., dans ce rapport, p. 171.

[2] Lunge, l'acide sulfurique et les alkalis, 3ème ed. Vol. I, part. I, pp. 161-162.

de long, 2' 3" de diamètre et sont essayés pour une pression de 30 atmosphères. Chaque wagon porte 3 cylindres.

L'acide sulfureux liquide sert surtout dans les machines réfrigérantes (Picet & autres), pour la fabrication de la pâte de bois, (pour renforcer la solution de bisulfite de chaux) pour nettoyer les [illegible] de betterave, comme désinfectant, comme agent blanchisseur, pour la fabrication de la colle et de la gélatine.

Récemment Behrend & Zimmermann ont employé le SO_2 pour augmenter le rendement des machines à vapeur, en employant la chaleur de la vapeur d'échappement pour vaporiser SO_2. La forte pression de vapeur produite est employée dans un cylindre auxiliaire pour régénérer la force motrice et après à condenser de nouveau SO_2 liquide. Jusqu' à présent le système ne semble pas avoir donné [illegible] en attendait.

L'emploi beaucoup plus grand [illegible] de SO_2 [illegible] pour renforcer le bisulfite de calcium (dans la fabrica[illegible] la pâte en [illegible]is) a diminué depuis que les usines fabriquent directe[illegible] pour bisulfite [illegible]ureux.[1]

Emploi d[illegible]

Les résidus de cendres après gri[illegible] de l'oxyde ferrique et les impuretés du minerai, mélangés à de [illegible] quantités de sulfure non attaqués. Le soufre y contenu varie de [illegible] de 1 [illegible] plus de 5', [illegible] les cendres renferment du cuivre et des mét[illegible] précie[illegible] et les récupérer par levigation. Dans une usine avec un grand [illegible] de cendres celles-ci sont soumises à un grillage en chlorure dans [illegible] à foyer simple chauffé au gaz, travaillant automatiquement [illegible] cuivre est récupéré par lavage à l'eau, les eaux de lavage p[illegible] de la ferraille. Après lavage les résidus forment un minerai de [illegible] qui est calciné dans un four de cementation rotatif chauffé [illegible] mètre de charbon; on les charge dans les hauts-fourneaux. S[illegible] ne contiennent que l'oxyde de fer comme constituant princip[illegible] employées dans les hauts-fourneaux qui en de[illegible] beaucoup et les paient à bon prix. Elles servent aussi à la fabri[illegible] ferrosilicium. Dans la plupart des cas la quantité de cendres pro[illegible] une usine ordinaire est trop petite pour être vendue. Dans ce[illegible] sert sur place comme bourrage, ou comme ballaste ou pour re[illegible]

[1] Lunge p. 386-388

CHAPITRE VI.

LA FABRICATION DE L'ACIDE SULFURIQUE.[1]

L'acide sulfurique est un des produits chimiques les plus importants, non seulement au point de vue des grandes quantités fabriquées, mais encore par les nombreuses applications qu'il trouve dans le arts et l'industrie.

L'acide sulfurique pur est incolore, inodore, liquide, d'une consistance huileuse; son poids spécifique est de 1·8384 à 15°C. Il bout à 338°C et vers 400°C sa vapeur se divise en anhydride sulfurique et eau. A une température plus élevée, vers le rouge environ, une autre dissociation a lieu avec production d'anhydride sulfureux et d'oxygène qui est mis en liberté. Il se congèle en un solide cristallin sans couleur vers 10·5°C. C'et acide est très hygroscopique; si on mélange de l'acide fort avec de l'eau une grande quantité de chaleur se dégage et le volume diminue.

L'acide peut être préparé en dissolvant de l'anhydride sulfurique dans de l'eau; par oxydation graduelle de l'anhydride sulfureux en présence de l'eau; en brulant un mélange de soufre et de nitre sous une cloche, en absorbant les produits de la combustion dans l'eau, et en concentrant la solution obtenue. On a essayé à différentes reprises ces 3 méthodes. Maintenant l'acide commerciale est presqu'entièrement fait de l'anhydride sulfureux; la préparation de celui-ci se fait sur échelle commerciale en brulant du soufre dans l'air. Antérieurement on n'employait que le soufre sous forme de soufre en canons à cet usage; à présent la plus grande partie de l'acide sulfurique commercial provient de l'anhydride sulfureux obtenu par l'oxydation des sulfures métalliques, surtout ceux de fer et du zinc.

Le gaz produit par le grillage des sulfures métalliques retient ordinairement de grandes quantités de poussières quand il sort des bruleurs. Cette poussière doit être enlevée, avant que le gaz subisse d'autres traitements.

Le gaz des fours provenant des pyrites, contient environ 7 à 8% de SO_2; provenant du soufre, il renferme de 10 à 11% de SO_2. En plus il contient de l'azote et les autres corps inertes de l'air entrant dans le four; on y trouve également un excès d'oxygène non brulé. Là où le gaz sert à

[1] Le lecteur qui voudra avoir une description technique du procédé de fabrication de l'acide sulfurique et des appareils nécessaires, peut consulter quelques uns des nombreux articles de journaux techniques et des brochures spéciales telles que:

1. "The Manufacturing of Chamber Sulphuric Acid" by F. J. Falding, Mineral Industry Vol. VII, 1898, pp. 651-702.
2. "Sulphuric Acid and Alkali" by George Lunge, 3rd edition 1903.
3. "The Contact Process for the Manufacture of Sulphuric Acid" twelfth census of the United States, 1900, Vol. X, Part IV, pp. 533-537, ajouté à ce rapport comme Appendice IV.

la fabrication de l'acide sulfurique, cet oxygène forme ordinairement le 12% du mélange; et dans le courant du procédé une partie entre en combinaison avec le bioxyde de soufre pour forme SO_3. D'un autre côté si le gaz sert à la fabrication de la pâte au sulfite, la quantité d'oxygène est gardée aussi bas que possible, pour empêcher la formation de SO_3. Les gaz des fours contiennent aussi des particules de poussières et autres impuretés provenant du minerai. Les plus grandes parties de la poussière sont retenues en faisant passer le gaz par des conduites ou chambres de poussières construites expressément à cet usage, les impuretés plus fines sont enlevées par des appareils de forme spéciale, tels que tours avec fagots, tours à coke, filtres et autres semblables.

Après nettoyage le gaz des fours peut servir directement pour SO_2 qu'il contient, surtout dans la fabrication de la pâte au sulfite provenant du bois.[1] Si le gaz sert à la fabrication de l'acide sulfurique, il faut d'abord l'oxyder en SO_3. En absence de ce qui est connu sous le nom de "source d'oxy[illegible] l'oxydation du bioxyde en trioxyde, et la formation ultérieure d[illegible] ce ne se fera qu'en petit. Dans la fabrication de l'acide il faut [illegible]r l'oxydation et pour cela il faut employer des "sources d'oxygènes". [illegible] méthodes générales sont maintenant en usage. Dans l'une l'oxydation est provoquée par l'emploie de certaines oxydes de l'azote; dans l'autre l'action catalytique est provoquée par certaines autres sources d'oxygène, qui à ce qu'il parait, réagissent par un contact plus absolu avec le gaz. Par chaque méthode presque tout l'anhydride sulfureux est finalement transformé en acide sulfurique; là où les oxydes d'azote sont employés comme source d'oxygène, ils peuvent être recupérés et servir de nouveau avec une légère perte mécanique.

Ces 2 méthodes d'oxydation de l'anhydride sulfureus ont donné lieu à 2 procédés généraux de fabrication de l'acide sulfurique, connus respectivement sous le nom de "procédé en chambre" et "procedé par contact".

Fabrication de l'acide sulfurique par le procédé en chambre.

Dans la fabrication de l'acide sulfurique par le procédé en chambre les oxydes nitreux, qui sont ici "la source d'oxygène", doivent être ajoutés au gaz venant des bruleurs. Antérieurement on le faisait en exposant l'acide nitrique à l'action des gaz chauds; exceptés dans des ces spéciaux les oxydes nitreux sont mélangés maintenant au gaz des bruleurs, en faisant passer ce dernier dans une chambre et au-dessus d'un bassin contenant du nitrate de sodium avec de l'acide sulfurique concentré. En présence des gaz chauds le nitrate est décomopsé par l'acide sulfurique et les oxydes d'azote sont mis en liberté. Ces oxydes sont entrainés par le courant des gaz chauds dans les chambres où se font les réactions ultérieures, des quelles résultent la formation de l'acide sulfurique. Cette

[1] Voir chapitre VII de ce rapport.

réaction entre SO_2 et les acides de l'azote n'ont lieu qu'en présence de l'eau; en pratique il faut une plus grande quantité d'eau que celle nécessaire théoriquement pour la production de l'acide sulfurique; l'acide sulfurique des chambres est donc toujours dilué et il doit être concentré pour servir dans le commerce.

Quoique la présence des oxydes nitreux soit nécessaire pour que les réactions chimiques, desquelles résultent la formation de l'acide sulfurique, puissent se faire rapidement, ces oxydes n'entrent pas dans la composition des produits finaux. En pratique on en perd tout de même une grande quantité, partie mécaniquement par l'entrainement par le courant d'azote et d'oxygène perdu, desquels on a extrait l'anhydride sulfureux, et partie par réduction sous forme d'oxyde nitreux inactif ou d'azote élémentaire. Cette perte mécanique est empêchée maintenant en mettant les gaz perdus en contact avec de l'acide sulfurique fort dans un appareil connu sous le nom de *Tour Gay-Lussac*. L'opération dans cet appareil dépend du fait, découvert en 1827 par Gay-Lussac, que l'acide sulfurique modérément fort, forme avec des fumées nitreuses un composé connu sous le nom d'acide nitroso-sulfurique; cette substance reste en solution dans l'acide sulfurique comme "vitriol nitreux". Les oxydes nitreux de la tour Gay-Lussac sont introduits de nouveau dans le courant des gaz en exposant le vitriol nitreux, dilué préalablement avec de l'acide faible des chambres, l'action des gaz chauds venant des bruleurs; l'appareil employé est connu sous le nom de *tour Glover*. Comme on l'expliquera plus loin la tour Glover sert aussi à d'autres usages importants.

Les principales réactions dans la fabrication de l'acide sulfurique par l'oxydation de SO_2 en présence des oxydes de l'azote se font dans de grandes chambre rectangulaires, connues sous le nom de "chambres d'acide" ou "chambres de vitriol".

Une usine de fabrication d'acide sulfurique par le procédé en chambre comprend en dehors des bruleurs pour soufre, 3 constructions principales la *tour Glover*, les *chambres d'acide* et les *tours Gay-Lussac*. En plus il faut des ventilateurs, des pompes, des tuyaux et réservoirs pour manipuler, emmagasinner et distribuer les différents produits; certaines pièces d'appareils auxiliaires, destinées à gagner du matériel ou à accélerer les réactions, peuvent être introduits dans ce système. Le gaz en sortant des bruleurs passera par les tours Glover et puis dans les chambres à acide. Les gaz perdus des chambres à acide, desquels on a extrait tout l'anhydride sulfureux, si les opérations ont été conduites convenablement, passeront par les tours Gay-Lussac et ensuite dans l'atmosphère.

Chambre à acide. Les chambres à acide sont de larges chambres rectangulaires de 15 à 25 pieds de haut et 20 à 30 pieds de large et ordinairement d'une longueur équivalent 5 à 6 fois la largeur. Le fond de la chambre est formé par un immense bassin de 12 à 18 pouces de profondeur, fait en lourdes plaques de plomb. Les parois et le toit sont faits aussi en feuilles de plomb, mais plus légères. Toutes les soudures et joints sont faits en brulant ou fondant du plomb dans les lignes de jointures

des feuilles. Les parois et le toit sont supportés en tous les points par des charpentes convenables en bois ou en acier. Ordinairement 3 chambres au moins sont en opérataion dans les plus petites usines; dans les grandes la capacité totale de la chambre est de plusieurs centaines de milles pieds cubes.

Si les chambres sont en opération le gaz des bruleurs auquel on a déjà ajouté les oxydes d'azote, est introduit par un bout de la chambre. Le passage du gaz à travers la chambre se fait en partie par sa propre action chimique et en partie par le tirage produit par une cheminée ou par des moyens mécaniques, tel qu'un ventillateur. En même temps l'eau sous forme de vapeur, ou en pluie fine est introduit par un nombre de points convenables, , fournir l'humidité nécessaire pour que la la réaction, représentée par la formule $SO_2+O+H_2O=H_2SO_4$, puisse se faire.

Tour Glover.—La tour Glover forme une partie essentielle de toute usine bien conduite employant le procédé en chambre. Une tour typique consiste en une enveloppe extérieure en plomb, construite à la manière des chambres, et muni d'un revêtement en pierre ou en briques refractaires à l'acide; on n'emploie pas de mortier dans la construction. Le meilleur revêtement est de la lave de volcan. Si on ne peut l'avoir économiquement on fait usage de pierres ou de briques chimiques spéciales, qui résistent à l'acide et à la chaleur. La garniture de la tour est faite en silice, ordinairement sous forme de quartz. Le quartz doit être aussi pur que possible et compact. Le quartz des schistes peut contenir du mica hydraté ou autres minéraux sur lesquels les acides peuvent réagir et par suite de la structure schisteuse, il tend à se désagréger sous l'action de la chaleur. Dans certains cas les tours Glover sont garnis de briques refractaires aux acides.

Comme dit précédemment, l'acide contenant le vitriol nitreux est distribué en haut sur la garniture de la tour Glover. Dans sa course vers le bas, il se divise en de nombreux courants ou filets fins qui sont exposés à l'action des gaz chauds ascendants. Les gaz chauds mettent les oxydes nitreux en liberté; une partie de l'anhydride sulfureux est oxydé en anhydrire sulfurique et celui-ci forme ensuite l'H2SO4. De plus la haute température des gaz fait évaporer une quantité considérable de l'eau contenue dans l'acide pendant qu'il ruisselle le long de la garniture. Cette eau chassée par la chaleur, passe dans les chambrs où elle aide à la formation de plus d'acide, et en même temps l'acide de la tour est concentré au dégré voulu.

La fonction la plus importante et la plus caractéristique de la tour Glover est donc exactement le contraire de la tour Gay-Lussac; elle doit enlever du vitriol nitreux, coulant en bas de la tour Gay-Lussac, ses composés nitreux. En même temps elle le concentre à un dégré convenable pour qu'il puisse servir de nouveau en haut de la tour.

Le surplus de la chaleur des gaz du bruleur sert donc dans la tour Glover à porter tout l'acide de la chambre à un poids spécifique de 1·720

(environ 60°B. ou 78·92% H_2SO_4) ou même à 1·760 (environ 62°B. ou 82·00% H_2SO_4) sans faire d'autres dépenses que celles nécessaires à pomper l'acide en haut de la tour.

La tour Glover est employée dans quelques usines où le système de cuves n'est pas employé pour introduire la quantité voulue d'oxydes nitreux dans les chambres. On le fait en laissant couler de l'acide nitrique avec le vitriol nitreux. Avant d'arriver en bas de la tour, il est dénitré aussi bien que le vitriol lui-même.

Tour Gay-Lussac.—Le mélange gazeux sortant de la dernière d'une série de chambres, contient de l'azote et autres corps inertes provenant de l'air admis dans le bruleur des pyrites. Il contient en plus une certaine quantité d'oxygène libre, d'oxyde nitreux et de la vapeur d'eau. Les oxydes nitreux ont de la valeur et il faut les récupérer. Ceci se fait en les absorbant des gaz perdus à l'aide de la tour Gay-Lussac. Le succès de l'opération dépend du fait que l'acide sulfurique concentré fort absorbe les oxydes d'azote en formant du vitriol nitreux.

La tour Gay-Lussac consiste essentiellement en une chambre, dont les parois sont faites en feuilles de Plomb, paquetée mollement d'une substance résistant à l'acide. Ordinairement on se sert de coke de four dense, brulé dur. Dans plusieurs usines modernes on emploie des plaques ou cylindres perforés en grés refractaires à l'acide; en les substitue à tout le coke ou à une partie seulement. Cette garniture est disposée de manière que le courant d'acide sulfurique en entrant en haut se divise en de minces jets ou filets pendant sa descente. En même temps le courant des gaz perdus montant dans la tour est divisée en de nombreux petits jets pendant son passage à travers les anterstices de la garniture, de sorte que la surface de contact entre l'acide et le gaz est aussi grande que possible. De cette façon les oxydes nitreux des gaz perdus sont mis en contact avec l'acide fort et absorbés par lui; la partie sans valeur des gaz perdus sort en haut de la tour ou bien dans l'air, ou dans une conduite qui l'amène dans la cheminée. Le vitriol nitreux obtenu ainsi est, comme on l'a déjà dit, dilué avec l'acide des chambres et conduit ensuite à la tour Glover où les oxydes nitreux sont de nouveaux mis en liberté et passant ensuite dans les chambres. En même temps l'acide dilué est concentré; une partie de cet acide concentré est renvoyé à la tour Gay-Lussac, et le restant est coulé dans les réservoirs prêts à l'expédition.

Fabrication de l'acide sulfurique par le procédé par contact.

Le procédé dans lequel des actions chimiques ont lieu par l'action d'un corps qui après la réaction, est récupéré lui-même sans avoir été changé, s'appelle catalyse. On connait 2 sortes de ces réactions: dans l'une l'agent catalitique se combine d'abord avec un des composants dans la réaction pour former un composé chimique instable, qui immédiatement réagit

[1] Pour l'historique de ces méthodes et la discussion des procédés, consulter Lunge, G. "Sulphuric Acid and Alkali" Vol. I, Part. II, 3rd. ed. 1903, p. 973 etc.

avec l'autre composant pour former le composé final; en même temps l'agent catalitique est mis en liberté et peut de nouveau agir avec le premier composant; dans l'autre groupe l'agent catalitique semble réagir par un contact plus absolu sans subir lui-même de changement[1]. L'oxydation de l'anhydride sulfureux en présence d'oxydes nitreux est un exemple du premier groupe de réactions catalitiques; la combinaison de SO_2 et d'O en présence de platine finement divisé en est un du 2e groupe de réactions catalitiques.

La fabrication de l'anhydride sulfurique et de l'acide sulfurique par le procédé par contact sur une échelle commerciale, dépend de l'action catalitique du platine finement divisé ou de l'oxyde ferrique sur l'anhydride sulfureux et l'oxygène, si elle s'opère dans des conditions convenables. L'élaboration de ces procédés pour pouvoir les employer avec succès dans l'industrie a donné lieu à de longues et couteuses recherches; la plus grande partie des méthodes sont tenues secrètes.

Dr. Georges Lunge écrit en rapport avec l'emploi dans l'industrie de ces procédés:[2]

En 1898 on a réussi pour la première fois aux Etats-Unis à fabriquer de l'acide sulfurique par le procédé catalitique: cette année là, la Badische Anilin & Soda Fabrick a construit dans l'Etat de New-Jersey, une usine d'expériences pour élaborer les découvertes de Knietsch et de montrer l'importance et la valeur des idées de ce savant malheureusement si prématurément enlevé à la science et l'industrie. Le résultat de cette usine comme point de départ de l'acquisition du brevet Knietsch par la General Chemical Co., est, qu'à présent le procédé par contact a pris une grande extension aux Etats-Unis.

Une année après c'est-à-dire en 1908, la Mineral Point Zinc Co., a construit dans ses usines de Wisconsin, un appareil d'après les brevets de Schroeder et Grillo, dans laquel on se sert de l'anhydride sulfureux provenant des minerais de zinc sans arsénic qui jusqu'alors ont été perdus. Depuis comme les détails d'une usine complète travaillant par la méthode par contact n'ont pas été suivant commande il n'est pas étonnant qu'on ait reconstruit plusieurs fois ette usine pour l'abandonner définitivement.

La General Chemical Co. commença en 1902 à construire sa première usine suivant le système Herreshoff; en 1902 elle fabriqua l'acide sulfurique suivant cette méthode dans ses usines principales à New-York. Depuis l'usine a marché sans interruption avec le même matériel de contact; la substance catalitique n'a jamais été renouvelée. C'était la première usine des Etats-Unis dans laquelle on traitait des pyrites contenant de l'arsénic et autres impuretés. En 1904 un des brevets Herreshoff venait en opposition avec un de ceux appartenant à la Badische

[1] On n'a pu établir d'une manière précise que tel est le cas. En effet plusieurs chimistes croient que les méthodes des 2 groupes d'agent catalitiques sont identiques. Les conditions dans lesquelles elles ont lieu sont tout de même si bien connus, que les réactions peuvent être employées dans l'industrie.

[2] Zeitschrift fur angewandte Chemie, Vol. XXIII, 1910, p. 721 *et suiv.*

Anilin & Soda Fabrick. Finalement la Badische et la General Chemical Co. se sont arrangées; la General devenait propriétaire de tous les brevets américains appartenant à la Badische; plus tard elle acquérait aussi ceux de la Farbwerke vorm Meister Lucius und Bruening, de la Tentelewsche Chemischen Fabrick et de Rabe.

Actuellement depuis 1903 la General Chemical Co. a arrêté toutes ses usines à chambres de plomb dans les Etats-Unis; elle a remplacé les chambres de plomb et les ateliers de concentration par des usines travaillant d'après le procédé par contact. Les autres fabriques qui opèrent dans les Etats Unis d'après le procédé par contact sont à quelques rares exceptions, licenciées de la General.

L'application des inventions d'Herreshoff à celle de Kneitsch ont amené quelques changements essentiels qui ont rendu le procédé plus apte aux conditions américaines; quelques-unes seront peut-être dans certaines circonstances de grande valeur pour d'autres places. Parmi ces changements il faut citer: l'omission de grands compresseurs; on ne fait plus passer le gaz par le liquide; on a changé la régularisation de la chaleur; la chaleur dégagée par la réaction est enlevée par des absorbeurs spéciaux de chaleur, et non plus dans la chambre de contact même. Ces systèmes ont un tel rendement d'après ce qu'on a dit, que les transformateurs, qui depuis 9 ans ont été continuellement ou presque continuellement en opération, n'ont jamais été ouverts et travaillent aussi bien qu'au commencement. Des perfectionnements ont été introduits dans le champ d'absorption par Knietsch et Herreshoff. Le dégré de concentrarion de l'acide est maintenu constant par une circulation continuelle d'une grande quantité d'acide, la supression nécessaire antérieurement à cet endroit a été abaissée presque à zéro.

La New Jersey Zinc Co. possède le brevet Schroeder-Grillo pour les Etats-Unis. En dehors de leur emploi pour leur mines de zinc, ils ont donné des licences à d'autres sociétés des Etats Unis. Les propriétaires des brevets Knietsch leur ont fait des objections disant que cette méthode aussi bien que les autres méthodes par contact, emploient certaines fondamentales de Knietsch. On a commencé des poursuites, mais on a fait un arrangement qui donna aux [illegible]ts Herreshoff-Knietsch le pas dans les usines chimiques futures.

Quelques licences des Etats-Unis emploient le système Mannheim. D'après moi ce système est décidément en arrière de ceux mentionnés plus haut; de plus les propriétaires des brevets Knietsch prétendent qu'il viole leur invention fondamentale et ils ont poursuivi aux Etats-Unis les teneurs de ces licences pour renforcer leurs prétentions.

Dans un livre sur l'" Acide sulfurique et les alcalis " Lunge [1] énumère 6 différents procédés qui sont mieux connus en partie par les descriptions des patentes et en partie par des communications reçues par Lunge des propriétaires. 3 de ces méthodes opèrent avec succès dans des usines

[1] Voir précédente Vol. I, Part II, p. 1012.

américaines les descriptions sommaires qui suivent, se basent en partie sur les descriptions de Lunge, en partie sur des articles parus dans de revues techniques, et en partie sur les descriptions des brevets.[1]

Le procédé de la Badische-Anilin und Soda Fabrick.

Brevet canadien No. 92,803, 25 avril 1905; brevets des Etats Unis No. 690,062, 31 déc. 1901; No. 692,018, 28 janvier 1902.[2]

Le procédé a été élaboré par le Dr. Knietsch dont le nom parait comme inventeur dans le brevet. La description qui suit, est prise du brevet canadien, on a omis la description détaillée de l'appareil et les diagrammes.

Un procédé de fabrication d'anhydride sulfurique par la combinaison du bioxyde de soufre avec l'oxygène de l'air ou d'une autre source, en faisant passer un mélange de ces gaz sur de l'amiante platiné ou sur une autre substance à haute température a été connu et employé depuis longtemps.

J'ai apporté à ce procédé quelques perfectionnements qui sont le ré-

[1] D'après la loi des brevets du Canada ces procédés, protégés par brevet, peuvent être exploités sous licence au Canada. Voir les statuts révisés du Canada, 1906 Chap. 69, Al. 44, qui se lit comme suit:

"44. Sur la demande de quelqu'un qui sollicite un brevet, antérieure à l'émission de ce brevet, ou sur la demande faite dans les six mois qui suivent l'émission du brevet de la part du breveté ou de ses ayants droit, le commissaire, ayant égard à la nature de l'invention, peut ordonner que ce brevet, au lieu d'être assujetti à la condition ci-dessus prévue à la construction ou à la fabrication de l'invention brevetée, soit subordonné aux conditions suivantes, savoir:

a) Toute personne, au cours de la durée du brevet, peut, par requête, demander au commissaire un permis de fabriquer, de construire, d'employer et de vendre l'article d'invention breveté, et le commissaire, en conformité des règles générales qui sont faites pour la mise à exécution du présent article entend le requérant et le propriétaire du brevet, et s'il se convainc que les intérêts légitimes du public relativement à l'invention ont souffert par suite de la négligence ou du refus de la part du breveté ou de ses ayants droit de fabriquer, construire, employer ou vendre l'article d'invention, ou de permettre à d'autres à des conditions raisonnables de fabriquer, de construire d'employer ou de vendre le dit article, peut rendre sous son seing et sous le sceau du bureau des brevets une ordonnance enjoignant au propriétaire du brevet de donner au réquérant un permis libellé dans la forme et subordonné, sous le rapport de la durée du permis, du montant des droits d'invention, de la garantie du paiement, et autres égards, aux conditions que, en tenant compte de la nature de l'invention et des circonstances qui se rattachent à l'espèce, le commissaire trouve justes;

b) Le commissaire peut, s'il le juge à propos et doit, à la demande de l'une des parties, requérir les services d'un assesseur et entendre avec lui la cause en son entier ou en partie;

c) L'existence d'un ou de plusieurs permis ne peut empêcher le commissaire d'accorder sous l'empire du présent article un permis qui a été demandé;

d) Le brevet devient nul et de nul effet, et tous les droits et privilèges qu'il comporte prennent fin si le commissaire ayant rendu une ordonnance dans les trois mois après qu'il lui a été adressé à lui ou à son agent dûment autorisé une copie de l'ordonnance 3 E. VII, c. 46, art. 7.

[2] Les droits du Canada et des Etats Unis sont controllés par la General Chemical Co 25 Broad St. New York.

sultat d'une longue recherche et expériences. Leur effet a révolutionné la fabrication de l'acide sulfurique et de l'anhydride sulfurique. Cette méthode rend la transformation de l'acide sulfureux en anhydride sulfurique pratiquement complète. Par cette invention il est possible de produire d'une manière avantageuse non seulement l'anhydride sulfurique et l'acide fumant à n'importe quel degré, mais même l'acide sulfurique concentré ordinaire des chambres peut être fabriqué à aussi bon marché que par le procedé bien donnu en chambres. L'acide plus faibles et jusqu'à 30° Bé. (c'est à dire contenant environ 63% d'H_2SO_4)peut d'après cette invention être préparé a aussi bon marché que par le procédé en chambres, tous les acides plus forts sont fabriqués moins cher par ce procédé car plus l'acide est concentré, plus les avantages sont grands.

Les effets de cette invention n'ont pas été obtenus par un seul perfectionnement, mais ils résultent d'une série de recherches dans chaque partie du procédé. Afin de traiter le bioxyde de soufre obtenu de n'importe quelle manière, avec succès et avec le meilleur rendement, par le procédé par contact, en vue de la préparation de l'anhydride sulfurique, mes perfectionnements doivent être employés dans tout le procédé.

La fabrication peut être divisée en 3 parties:

1. Le traitement préliminaire des gaz sur lesquels on doit opérer.

2. Le réglage des conditions, surtout par exemple des températures pendant la combinaison.

3. La disposition ou l'arrangement de la substance de contact, pour empêcher toute augmentation inutile de la pression.

1. Les minerais sulfurés ordinaires contiennent beaucoup d'impuretés: beaucoup d'entre elles peuvent passer pendant le grillage, soit à l'état libre ou en combinaison, soit comme poussière, ou brouillard de gaz dans le mélange de gaz contenant le bioxyde de soufre. Même si on utilise du soufre pratiquement pur comme source de SO_2, il se produit parfois de l'anhydride sulfurique: comme l'air employé pour le grillage, contient de l'humidité, il en résulte que l'acide sulfureux produit contient de l'acide sulfurique, qui est entrainé comme brouillard.

L'effet de ces impuretés est différent. Ainsi l'acide sulfurique de n'importe quelle source peut attaquer parfois les parties de l'appareil qui sont en plomb ou en fer, et rendre le mouvement des machines plus difficiles. De plus et surtout j'ai trouvé qu'un brouillard d'H_2SO_4 est nuisible, parce qu'il entraine d'autres impuretés dans l'appareil de contact. La moindre addition de vapeur de soufre qui a échappé à la combustion, agit de même et ces vapeurs doivent être éliminées. D'autres impuretés peuvent influencer sur la masse de contact mécaniquement ou chimiquement, soit comme telles, soit après combinaison chimique avec SO_3: elles peuvent même parfois se combiner chimiquement avec la masse de contact. Dans chaque cas le rendement est diminué.

Les corps suivants sont à considérer principalement comme impuretés possibles du gaz sulfureux: fer, manganèse, cuivre, nickel, arsénic, antimoine, plomb, mercure, phosphore, zinc bismuth, thallium, sélenium et leurs composés.

J'ai examiné systématiquement l'effet de ces corps dans le procédé par contact et j'ai trouvé que l'arsénic, le phosphore et le mercure ainsi que leurs composés sont surtout nuisibles: de petites quantités de n'importe laquelle de ces impuretés peuvent rendre comparativement de grandes quantités de substances de contact entièrement inerte et diminuer le rendement du procédé. J'ai trouvé que toutes ces impuretés tel que l'H_2SO_4, le soufre, la poussière de toute sorte, et l'arsénic, le phosphore, le mercure et leurs composés doivent être éliminées des gaz pour permettre un emploi continu de la masse de contact et rendre ainsi la transformation de l'acide sulfureux en anhydride sulfurique continue et complète.

Il est très difficile de purifier complètement les gaz de grillage: c'est une des raisons pour lesquelles la production directe de l'anhydride sulfurique de ces gaz n'a pas remplacé jusqu'à présent le procédé en chambres.

J'ai inventé un nouveau procédé qui permet d'enlever avec certitude toutes les imputerés des gaz de grillage.

Ce procédé écarte l'idée d'un passage dans la masse de contact des gaz relativement secs et chauds immédiatement après leur sortie des foyers ou des bruleurs, où le minerai sulfuré est grillé, après leur avoir fait perdre la poussière pour autant que cela peut se faire par dépôt dans une conduite: il prévoit une nouvelle purification, qui de préférence consiste en un traitement spécial: tantôt chaud avec un jet de vapeur, ou d'air ou d'autres gaz dans le but de bien mélanger les gaz (si on n'emploie pas la vapeur, il faudra après ajouter une quantité suffisante d'eau pour condenser l'acide sulfurique), suivi d'un refroidissement graduel et ensuite des lavages à l'eau répétés, ou à l'acide sulfurique, tantôt en employant des réactifs spéciaux comme ils sont expliqués plus loin et enfin en séchant les gaz par l'acide sulfurique le tout comme décrit plus loin. Les gaz doivent avant d'entrer dans l'appareil de contact subir deux essais: Un essai optique pour voir s'ils sont libres de poussières et de brouillards et une analyse chimique pour s'assurer qu'ils ne renferment ni arsénic, ni phosphore ni mercure ni leurs composés.

Pour terminer cette purification on fait arriver un jet de vapeur dans la conduite pour laquelle entrent les gaz chauds des bruleurs pour pyrites. Entre autres effets ce jet mélange parfaitement les gaz et accomplit une meilleure combinaison du soufre ou d'autres combustibles. Cette combustion du mélange peut aussi s'obtenir par un jet d'air ou d'autres gaz combustibles (par exemple par une partie des gaz à traiter), mais il est recommandé de faire arriver plus tard un [illegible] de vapeur. L'arrivée de la vapeur a de plus plusieurs effets imp[illegible]

J'ai trouvé qu'il était avantageux pour obtenir un lavage facile et complète des gaz de grillage, surtout des gaz provenant des pyrites et contenant plus d'arsénic, de refroidir graduellement les gaz dans les appareils appropriés. Tous ces gaz contiennent des vapeurs d'H_2SO_4 concentré qui sont condensées, si le réfrigérant (ordinairement en plomb ou en fer) peut être attaqué fortement et rapidement détérioré, et détruit. Cette difficulté est vaincue, si on fait arriver assez de vapeurs dans les gaz pour amener

la concentration de l'H_2SO_4 condensé de 10 à 90 Bé. Naturellement là où le réfrigérant vient en contact avec le l'acide sulfurique condensé dilué, il doit être en plomb et non en fer.

Un autre effet important de la vapeur est que les réfrigérants ne s'incrustent pas d'impuretés solides en combinaison avec l'acide sulfurique, qui se forment si les gaz sont refroidis et qu'on n'emploie pas la vapeur: ces impuretés bouchent les tuyaux et se laissent difficilement enlever.

En injectant de la vapeur dans les gaz chauds, cette incrustation est prévenue parceque ces impuretés forment alors une boue qui se laisse facilement enlever. L'addition de la vapeur rend le lavage ultérieur des gaz plus facile, et permet d'atteindre le degré de pureté voulue.

L'action de la vapeur empêche également la formation de composés volatils d'hydrogène de ces impuretés, surtout de l'arsénic et du phosphore ou de leurs composés. Autrement ceux-ci seraient formés par l'action de l'acide sulfurique concentré sur le métal des réfrigérants ou des impuretés, ils ne seraient éliminés que difficilement et passeraient ainsi dans la masse de contact et la rendraient éventuellement inactif. Les gaz passent par une conduite qui peut être en fer, en briques, dans laquelle ils se refroidissent un peu, et ensuite dans un système de tuyaux en plomb disposés de façon à faire fonction de réfrigérant. Ici ils sont refroidis à 100° C et plus bas. Ensuite ils passent dans les tours de lavage, ou autres appareils laveurs, ils sont lavés à l'eau ou à l'acide sulfurique dilué ou concentré. A l'eau de lavage on peut ajouter du bisulfite de sodium ou un autre produit pour augmenter son action de nettoyage. Ce lavage se fait le mieux dans des bouteilles ou autres appareils de lavage placés en série. Un système de pompes est employé pour amener les gaz dans le liquide laveur. Si on se sert de l'eau elle se changera vite en acide sulfurique dilué: dans le cas ordinaire l'emploi de l'acide sulfurique concentré n'est pas à recommander parce qu'il nécessite de grandes dépenses de force motrice pour l'amener dans les appareils laveurs et que ces appareils sont sujets à s'incruster. L'appareil laveur peut être construit d'après le principe des bouteilles de lavage ordinaires, de manière que les gaz doivent vaincre la pression du liquide y contenu, et par conséquent le liquide qui est constamment en mouvement se mélange intimement avec les gaz. Ou bien les gaz peuvent être lavés par le mouvement actif du liquide laveur à travers les gaz. Dans les appareils laveurs il ne faut se servir d'aucune matière qui en présence de l'acide liquide, peut donner lieu à des gaz nuisibles par exemple de l'hydrogène arsénieux. L'acide sulfurique et toutes les poussières sublimées sont précipitées dans le réfrigérant ou dans l'appareil laveur et le liquide s'écoulant de ceux-ci se rassemble dans des caisses en plomb, où on le laisse se déposer. L'acide sulfurique obtenu de cette manière peut être écoulé du résidu et être employé comme acide dilué, ou il peut être transformé en acide concentré par le procédé par contact. S'ils ne sont pas déjà lavés par l'acide sulfurique concentré les gaz sont enfin séchés à l'aide de cet acide concentré ou d'autres agents sécheurs. Le lavage dépend de la nature et de la quantité d'impuretés à éliminer et peut-être déterminé par des essais comme sous dit:

Les essais sont faits comme suit:

D'abord, l'appareil est disposé de manière qu'une couche de gaz de quelques verges de longueur, est éclairée par une lampe placée à un bout tandis que de l'autre côté on regarde à travers toute la couche de gaz vers la lumière. On ne doit voir ni de poussière ni un mélange brumeux. Si cet essai optique est toujours favorable, on n'a qu'à essayé les gaz pour les impuretés qu'on ne peut déterminer que par un essai optique. Parmi ces impuretés sont en particulier l'hydrogène arsénieux et parfois phosphoreux et des vapeurs de mercure. Pour les découvrir une partie du courant de gaz purifié passe pendant un assez long temps (24 heures) à travers un flacon laveur rempli d'eau distillée: cette eau est alors analysée d'après une des méthodes chimiques. De cette manière on peut découvrir la moindre trace de ces impuretés nuisibles.

La description ci-dessus du procédé s'applique surtout à la purification des gaz provenant des fours dans lesquels les pyrites sont brulées ou grillées, mais les gaz contenant du bioxyde de soufre obtenu d'une autre manière peuvent être purifiés de la même façon.

I.—On sait que quand SO_2 se combine avec l'oxygène pour former l'anhydride sulfurique une grande quantité de chaleur se dégage. Ceci se fait suivant l'équation $SO_2 + O = SO_3 + 32 \cdot 2$ calories. (Voir Hess Poggendorff's Annalen Vol. 56, p. 471, 1842: Thomsen, Ann. ch. ph. (4) Vol. 30, p. 442, 1873: Ostwald, Allgemeine Chimie, Vol. II, pp. 123-124). La réaction entre SO_2 et O se fait seulement à haute température, de sorte qu'il est nécessaire de chauffer les gaz d'abord soit séparément, soit leur mélange. Pendant la réaction la chaleur de combinaison chimique s'ajoute, et ainsi la tempétature peut augmenter à un degré très élevée, même jusqu'au rouge vif, suivant la teneur en SO_2 et la vitesse du courant des gaz.

J'ai trouvé que l'accumulation de la chaleur et l'augmentation de la température nuit beaucoup en pratique, si on produit de l'anhydride sulfurique. Les effets nuisibles sont de différentes sortes. Par exemple, les parties en fer de l'appareil sont vite détruites par oxydation: l'action de la substance de contact pour provoquer ou déterminer la réaction est affaiblie, le rendement de l'appareil diminue et la réaction qui devait être presque quantiative, devient beaucoup moins parfaite.

Le surchauffage est surtout nuisible, si la disposition de l'appareil est tel que le mélange des gaz contenant SO_3, sort de la masse de contact au point où il est à la plus haute température.

J'ai trouvé que cette détérioration dans le courant de la réaction est dûe à ce que la rétrogradation de SO_3 en SO_2 et en O se fait à une température qui est seulement un peu supérieure à celle à laquelle la formation de SO_3 se produit le plus favorablement, tandis que, en même temps la combinaison de SO_2 et de O se fait beaucoup plus rapidement dans les premières parties de la masse de contact que dans les suivantes, de sorte que tout l'appareil atteint dès le commencement une température trop elevée.

Cette réaction de retour augmente à mesure que la température de l'appareil s'élève par l'excès de chaleur mentionné ci-dessus, c'est-à-dire

suivant que plus de gaz ou de mélange de gaz passent à travers l'appareil de contact. Par conséquent il est impossible de combiner d'une manière satisfaisante SO_2 et O, ou un peu d'anhydride sulfurique est décomposé dans un sens contraire. Les gaz à la sortie contiennent donc du SO_2 non transformé qui peut seulement servir à d'autres usages, comme pour la fabrication de l'acide sulfurique d'après la méthode des chambres, ou à la fabrication du bisulfite, ou autres.

J'ai découvert un procédé et un appareil dans lequel le dit procédé réussit bien et dans lequel les dits désavantages sont écartés. Dans ce procédé on recommande de prendre de l'asbeste platiné comme masse de contact. Il peut à présent être préparé comme décrit dans le brevet allemand de Winkler No. 4566, voir également Lunge: L'acide sulfurique et les alcalis, 2e édition, Vol. I, p. 863 et Damner, Chemische Technlogie, Vol. I, p. 189. D'après cette invention le procédé consiste à refroidir la masse de contact par un réfrigérant extérieur convenablement réglé; on enlève les excès nuisibles de chaleur. De cette manière on obtient une condition de température de l'appareil de contact, qui dans de larges limites est indépendante de la quantité et de la concentration du gaz à traiter et qui comprend la température la plus favorable pour la production de SO_3. En suivant cette invention le procédé donne pratiquement un rendement quantitative d'anhydride sulfurique, comparable à l'action de l'acide sulfurique des chambres. De plus la masse de contact et l'appareil en général, durent plus longtemps par suite de la faible température à laquelle ils sont soumis et leur rendement augmente considérablement.

La manière d'exécuter cette partie du procédé suivant cette invention peut changer sous beaucoup de rapports, particulièrement il faut faire attention à la concentration des gaz à traiter. Le refroidissement de la chambre de contact, de manière à y obtenir la meilleure température, se fait généralement à l'aide d'un courant de gaz. La vitesse aussi bien que la température du gaz sont controlées. Pour le moment j'emploie pour ceci de l'air, ou les gaz qui doivent être traités. Le refroidissement peut se faire autrement par exemple par des bains liquides, ou des bains de métal fondu, dont on contrôle les températures.

Si on emploie pour refroidir le gaz à traiter une partie ou tout, le courant des gaz à traiter est forcé à passer par l'espace extérieur de la chambre renfermant la masse de contact de manière à enlever de cette dernière l'excès de chaleur. Les gaz venant des réfrigérants sont alors portés à la température le plus convenable pour pouvoir réussir le mieux la réaction. Pour cela, il faut parfois de nouveau chauffer ou refroidir: ceci dépend en grande partie de la concentration des gaz.

Le procédé Schroeder-Grillo.

Dans l'étude du procédé par contact on a trouvé que si les gaz ne sont pas parfaitement purifiés, l'action de contact du platine va graduellement

Consulter Lunge, "Acide sulfurique et alcalis, 3ème Ed. Vol. I, Par. II, p. 1057 et suiv.

en diminuant. La masse de contact de platine ne peut pas être regénérée ordinairement sans la dissoudre et la transformer en nouvelle mousse. Le procédé Schroeder Grillo inventé par le Dr. Schroeder et breveté par lui en même temps avec la Actien Gesellschaft fur Zink Industrie, prévient cette difficulté en partie en employant certains sels solubles "dont, vu le changement facile de surface et la porosité de ces corps la régénération est beaucoup plus aisée que dans le cas de l'asbeste platiné, de la peirre ponce et autres". Un des sels employés est le sulfate de magnésium: on peut se servir aussi du sulfate de sodium et de certains phosphates. Les substances de contact sont préparées en mélangeant les sels avec une solution diluée d'un sel de platine, ordinairement le chlorure de platine. Le platine est alors réduit sans l'aide d'autres substances par le passage des gaz chauds contenant SO_2, au-dessus de la masse.

Six usines des États-Unis travaillent suivant ces brevets. L'alinéa suivant donne une description du procédé employé aux usines "Mineral Point Zinc Works à New Jersey.[1]

L'anhydride sulfureux est aspiré en haut du four et amené dans une chambre de poussière en briques où commence le nettoyage des gaz. Cette chambre est garnie de parois disposées en chicane de sorte que le gaz est forcé de passer plusieurs fois du haut de la chambre vers le bas avant de sortir finalement. Ceci enlève une grande partie de la poussière, mais il reste beaucoup d'impuretés gazeuses, tel que l'humidité, SO_2 et du tétrafluorure de silicium. (SiF_4). Ceux-ci sont enlevés par un mélange intime des gaz dans la chambre de poussière avec l'acide sulfurique à différents dégrés de concentration, dans des tours en plomb, remplis de coke ou de quartz suivant la force et la température de l'acide. L'acide sulfurique après avoir traversé les serpentins refrigérants, s'il le faut, est pompé au sommet de ces tours par des pompes à acides ou des élévateurs à air. Cet acide est alors distribué uniformément en haut des tours par un appareil distributeur. Ensuite il ruiselle en bas le long du coke ou du quartz, en venant en contact intime avec l'anhydride sulfureux qui entre par le bas des tours. Le nettoyage se continue après en faisant passer le gaz par des scrubbers en plomb (colonne à coke) qui fonctionnent d'après le même principe des bouteilles de lavage de gaz dans les laboratoires: ils donnent un contact plus intime de l'acide et du gaz. Le brouillard est enlevé en faisant passer le gaz par des filtres remplis de coke. Le dernier degré de purification est la filtration du gaz à travers des couches de fibres d'[illegible]. Après ces divers dégrés de nettoyage le gaz ne renferme plus de traces de poussière ni de brouillard si on l'examine dans une bouteille à l'[illegible] de la lumière solaire ou à la loupe.

Jusque maintenant le gaz a été aspiré tout le temps: il est forcé ensuite par une soufflerie à pression Connersville à travers les appareils de transformation et d'absorption. Avant qu'on puisse faire la transformati[illegible] en SO_3, l'anhydride sulfureux doit être chauffé à 400°C. La trans-

[1] Engineering and Mining Journal, New York, Vol LXXXII, septembre 1906, pp. 389-390.

formation se fait par l'action catalytique du platine finiment divisé et distribué sur des particules de sulfate de magnésium. Ce platine effectue la combustion de SO_2 avec l'excès d'oxygène (pris au four de grillage) et il se forme du SO_3. A la sortie de l'appareil de catalyse, l'anhydride sulfurique est refroidi en le faisant passer à travers des tuyaux en fer avant son absorption. A la fin l'acide est pompé dans des réservoirs en fer pour l'expédition.

Le procédé Mannheim.[1]

La transformation de SO_2 en SO_3 se fait dans le procédé Mannheim en 2 temps. La première transformation a lieu par le passage des gaz à travers une espace de contact rempli d'oxyde ferrique. La seconde se fait après nettoyage en présence du platine.

Pour griller les pyrites en vue de la fabrication de SO_2 d'après ce procédé on emploie des fours ne laissant pas entrer de l'air: on prend de plus des précautions pour sécher parfaitement l'air avant qu'il entre dans le four. Pour cela on le fait passer par des tours remplis d'acide sulfurique concentré. L'air séché passe en-dessous des grilles des fours du minerai à griller.

Les gaz du bruleur non refroidis passent directement à la première masse de contact. Elle consiste en une couche d'oxyde ferrique, de 7 à 10 pieds d'épaisseur, reposant sur une grille, dans une chambre à enveloppe en fer. Ces chambres sont construites de manière que l'oxyde de fer frais (cendres de pyrites) peut être introduit au sommet pendant que l'oxyde épuisé est enlevé par en bas, à travers la grille. De 60 à 65% de SO_2 du gaz des bruleurs est transformé par le premier contact en SO_3. De cette chambre de contact les gaz entrent dans un réfrigérant et ensuite dans un absorbeur d'air d'où on retire le SO_3. La plus grande partie des impuretés du gaz ont été enlevées pendant son passage à travers la première masse de contact. Tout de même le gaz renferme encore des traces d'impuretés et un peu d'anhydride non condensé. La dernière trace de ces impuretés est enlevée par un filtre quelconque. Les gaz sont alors soumis à l'action de contact du platine où le reste de SO_2 est transformé en SO_3, les gaz étant d'abord chauffés à la température nécessaire de leur transformation. Après passage sur le platine, ils sont refroidis de nouveau, et passent par un appareil absorbant dans lequel l'anhydride est retenu.

Emploi de l'acide sulfurique.

D'après Lunge[2] les principaux emplois de l'acide sulfurique sont les suivants:

I.- *A l'état plus ou moins dilué* (à partir de 144° TwM). Pour la fabrication du sulfate de soude, et de l'acide chlorhydrique et ainsi finale-

[1] Lunge, ouvr. cité plus haut, Clem et Hasenbach, U.S., brevet No. 690,133, 31 déc 1901.

[2] Lunge, Acide sulfurique et alcalis, 3ème Ed. Vol. I, Part. II, pp. 1169-1170

ment pour la soude, la chlorure de chaux, le savon, le verre, et quantités d'autres produits. De plus pour les superphosphates, et autres engrais artificiels. Ces 2 emplois consomment à peu près les 9/10 de tout l'acide sulfurique produit. D'autres applications sont: préparations des acides sulfureux, nitrique, phosphorique, fluorhydrique, borique carbonique, chromique, oxalique, tartarique, citrique, acétique, et stéarique dans la préparation du phosphore, iode, brome, des sulfates de potassium, ammoniaque, barium, (*blanc fixe*) calcium: surtout pour précipiter la baryte et la chaux sous forme de sulfate dans les procédés chimiques des sulfates de magnésium, aluminium, fer, cuivre, zinc mercure (à l'état intermédiaire entre le calomel et le sublimé): dans la métallurgie du cuivre, cobalt, nickel, platine, argent pour nettoyer (saumurer) les plaques de fer qui doivent être étamées ou galvanisée pour nettoyer le cuivre, l'argent etc: pour la fabrication du bicarbonate et potassium: pour les cellules galvaniques employés par exemple pour télégraphie, pour le platinage électrique etc., pour la préparation de l'éther ordinaire et des composés d'éthers pour produire et nettoyer beaucoup de substances colorantes organiques surtout dans le mélange oxydant de bichromate de potassium, et de l'acide sulfurique: pour le papier parchemin, pour purifier beaucoup d'huiles minérales et parfois le gaz de houille, pour la fabrication de l'amidon, du syrop et du sucre, pour la saccharification du blé, pour neutraliser les réaction alcalines des liqueurs fermentant tel que les mélasses, pour des boissons effervescentes, pour la préparation du suif en le fondant a[illegible] vant, pour récupérer les acides gras des eaux de savon, pour de[illegible] fibres végétales, en général dans la teinturerie, dans l'impression d'i[illegible] dans le tannage comme réactif chimique dans beaucoup de cas, en [illegible] contre l'empoisonnement par le plomb et dans beaucoup d'autres ca[illegible]

II. *A l'état concentré.* Dans la fabrication des acides gras par distillation, pour purifier l'huile de colza, pour nettoyer le benzine, le pétrol, l'huile de parafine et autres liquides minérales, pour sécher l'air, surtout dans les laboratoires, mais aussi pour sécher le gaz dans les procédés de fabrication (mais ici on peut employer des acides plus faibles P. ex. de 140°Tw), pour la production de la glace par l'évaporation de l'eau dans le vide, pour raffiner l'or et l'argent, pour dé[illegible] cuivre etc., pour la préparation des acides sulfo-organiques, de l'[illegible] pour la préparation de beaucoup de composés nitriques et des éthers nitriques, surtout dans la fabrication de la nitro-glycérine, pyroxylie nitro-benzène, acide picrique et ainsi de suite.

III. *Comme acide fumant de Nordhausen (anhydre).* Pour la préparation de certains acides sulfo-organiques (dans la fabrication d'alizarine, éosine, indigo etc.) pour purifier l'ozokérite, pour fabriquer le noir de soulier, pour concentrer l'acide ordinaire au plus haut degré possible, tel qu'il le faut pour la préparation de la pyroxyline et autres usages.

CHAPITRE VII.

LES PYRITES ET L'INDUSTRIE DE LA FABRICATION DU PAPIER

Généralités

Le Canada a de grandes ressources en bois pour pâte; la production de bois pour pâte et la fabrication de la pâte de bois est une des industries qui s'est le plus étendue et le plus rapidement. Aujourd'hui une très grande proportion de notre bois pour pâte est expédiée à l'état brut; d'après le rapport de Mr. H. R. Macmillan[1] "si le bois pour pâte exporté en 1910 avait été transformé en pâte au Canada, il aurait suffit pour alimenter 80 moulins de la grandeur moyenne de ceux travaillant maintenant dans le pays. 131 moulins au lieu de 51 auraient donc été en marche au Canada, donnant du travail et faisant progresser l'industrie du Canada."

La capacité des moulins des Etats-Unis en 1910 pour bois moulu et pâte chimique produite était d'après les rapports de l'American Paper & Pulp Association: 192 moulins à moudre le bois en pâte avec 1485 broyeurs produisant 2,008,680 tonnes de pâte de bois moulu sechée à l'air; 90 usines à sulfite produisant 1,204,894 tonnes de fibre au sulfite sechée à l'air; et 31 usines de pâte à la soude avec une production de 417,387 tonnes de ce pèoduit.[2] En 1910 la production était un peu moins que 95% de la capacité des moulins à ce moment.

En 1910, 51 moulins étaient en opération au Canada et plusieurs autres étaient projetés, on n'a pas pu avoir des chiffres exacts quant au tonnage. Le tonnage total en 1910 était de 474,604 tonnes de pâte sechée à l'air. Environ 78% étaient fabriqués d'après le procédés mécanique 20% environ par le procédé au sulfite et 2% par le procédé à la soude. La plus grande partie de la pâte au sulfite était fabriquée dans la province d'Ontario; Québec la suivait de près.[3]

En 1910 le Canada produisait 95,987 tonnes de fibres au sulfite. La même année 959,971 tonnes ont été fabriquées dans les moulins au sulfite des Etats de l'Union, qui sont limitrophes au sud du Canada ou qui avoisinnent les Grands Lacs. La quantité de soufre nécessaire pour la fabrication de cette fibre est approximativement de 10,000 tonnes au Canada et 100,000 tonnes dans cette partie des E. U. qui touchent le Canada.

---

[1] Bulletin 26, Division des forêts, Département de l'Intérieur, production forestière du Canada, 1910, bois pour pâte, p. 14.

[2] Ces chiffres et les autres mentionnés dans ce rapport relatif à l'industrie de la pâte de bois aux E.U. sont pris des documents 31 du Sénat, 62ème congrès, 1ère session. "Report by the Tariff Board relative to Pulp and New Print Paper Industry.

[3] Voir bulletin No. 26, division des Forêts, Min. de l'Intérieur, Produits forestier du Canada, 1910, Pâte de bois.

Le soufre est donc une matière brute importante dans la fabrication de la pâte au sulfite. Une extension de l'industrie de la fabrication du papier au Canada où dans les Etats limitrophes de l'Union, provoquera une augmentation dans le marché de cette substance. Les moulins à papier européens employant le procédé au sulfite, emploient, presque sans exception les pyrites comme source de soufre pour cet usage. Aux E. U. 2 usines travaillent avec succès avec cette matière, et on va construire une usine au Canada. Plusieurs autres grandes corporations ont aussi étudiées cette méthode de fabrication de la pâte au sulfite. Il est possible que plus tard, si l'on peut se procurer régulièrement le minerai d'autres moulins seront construits et installés avec des fours à griller les pyrites au lieu des bruleurs de soufre.

Comme cette industrie promet de créer un nouveau et important marché à plusieurs de notres mines de pyrites, la partie suivante de ce rapport a été ajoutée, elle traite respectivement de la fabrication de la pâte au sulfite, des pyrites comme substituant du soufre dans l'industrie de la fibre au sulfite et de quelques usines employant les pyrites dans la fabrication de la pâte au sulfite.

Fabrication de la pâte de bois.

La base de tout papier fabriqué est la cellulose. On peut obtenir la cellulose de la fibre végétale en enlevant toutes les matières de nature résineuse ou gommeuse qui entourent les fibres ou les lient entre elles. La fibre végétale commerciale ou cellulose servant pour la fabrication du papier provient d'une grande variété de membres du règne végétale. Les plus importantes sont: le cotton (chiffon, laine, déchets) le chanvre (toile, chiffons, déchets) le chanvre de Manille, la jute, la paille, l'herbe du sparte, et les bois de différentes sortes. En Amérique le bois d'épinette est peut-être le matériel le plus employé pour cet usage, surtout pour le papier de journaux. Ensuite viennent les bois, tels que le sapin, le baume, la sapinette du Canada, le peuplier et le saule.

Pour fabriquer la pâte des fibres de bois, il faut séparer la cellulose des matières intercellulaires dans lesquelles les fibres sont enveloppées. L'idéal serait de faire ceci sans nuire à la cellulose même. On a essayé de nombreuses inventions et procédés; beaucoup ont réussi, mais pour aucun on n'a obtenu une séparation idéale. Les procédés en usage se divise en 2 groupes: Procédés mécaniques et procédés chimiques.

Quand la pâte est préparée par un procédé mécanique, le bois, coupé antérieurement à une longueur convenable et libéré de son écorce, est poussé par des pistons contre la surface de pierres à meules tournantes. La fibre moulue ainsi produite est lavée, tamisée et assortie pour la préparer à l'expédition ou l'employer dans la fabrication du papier.

Si la pâte doit être préparée par des procédés chimiques, le bois, coupé d'abord suivant sa longueur et écorcé, est coupé en petits blocs ou copeaux. Dans les moulins américains une cisaille spéciale coupe ordinairement le

bois en bandes minces en travers du grain. Après triage et tamisage les copeaux vont à un grenier d'emmagasinage et de là à de grandes chaudières ou autoclaves. Dans ces autoclaves ils sont bouillis dans une solution alcaline ou acide jusqu'à ce que la cellulose ou la fibre végétale soit libérée de la matière dure, gommeuse et résineuse de bois. Les solutions enployées pour faire bouillir le bois diffèrent dans les différents procédés. La soude caustique, la potasse caustique, le sulfate, le carbonate, le sulfite de soude, le bisulfite de chaux et de magnésie ou l'acide sulfureux peuvent servir dans ce but. En sortant de l'autoclave, la pâte est lavée et tamisée et si c'est nécessaire blanchie, avant d'être prête à l'expédition, ou pour un futur traitement en vue de la fabrication du papier.

Les pâtes fabriquées mécaniquement, et une grande partie de celles préparées par le procédé au sulfite servent à la fabrication du papier de journaux. Le papier pour journal contient à peu près 25% de fibre au sulfite et environ 75% de fibre mécanique. Les papiers fins sont faits en grande partie de la fibre préparée chimiquement; la plus grande partie de la fibre dans ce cas provient d'autres matières que le bois.

Procédé au sulphite.

Pour préparer chimiquement la pâte de bois d'après ce procédé on se sert d'un dissolvant contenant du sulfite de soude acide, de la potasse, de la chaux ou de la magnésie. Les copeaux de bois sont mis en ébullition pendant un temps assez long dans cette solution; la température est maintenue élevée (260°-300°F.) et le liquide est agité pour assurer un contact parfait entre les copeaux et le dissolvant. Les procédés variés de la fabrication de la pâte [illegible] ulfite diffèrent entre eux par la nature du dissolvant employé, dans [illegible] de préparation de la solution par le degré de concentration de la [illegible], par le type d'autoclave et par beaucoup d'autres détails de moindre importance. Mais tous ont un point commun: pour réussir les parties intercellulaires des fibres végétales doivent être dissoutes plus ou moins par la solution du sulfite, et les fibres doivent être laissée dans des conditions convenables pour la fabrication du papier.

Dans les moulins du Canada et de l'Amérique le procédé au sulfite le plus en usage est celui dans lequel la solution de sulfite est une solution faible de bisulfite de chaux. $Ca\ H_2\ (SO_2)_2$, ou de bisulfite de chaux et de magnésie contenant de l'acide sulfureux libre. Les différentes étapes du procédé sont:

1. Préparation du gaz anhydride sulfureux.
2. Préparation de la solution.
3. Opérations subséquentes: Cuisson, lavage, tamisage, etc.

1. *Préparation du gaz anhydride sulfureux.* La solution de sulfite employée comme liquide de cuisson dans ces procédés est préparée en mettant le gaz sulfureux en contact avec de l'eau en présence de la chaux, de la dolomie, ou du calcaire. Le gaz est ordinairement fabriqué en brulant

du soufre dans l'air dans un bruleur quelconque de soufre.[1] Comme la présence d'acide sulfurique nuit à la fibre (la rendant cassante et ayant une tendance à la blanchir, décolorer) et qu'il corrode les conduites et les endommage, il faudra prendre des précautions pour empêcher la formation d'anhydride sulfurique dans le gaz en n'admettant que juste la quantité d'air nécessaire. Pour éviter des pertes de soufre par volatilisation, la température des bruleurs doit être maintenue aussi bas que possible, assurant ainsi en même temps une combustion complète. La quantité d'anhydride sulfureux qui peut se dissoudre dans l'eau, dépend surtout de la température de la solution; la quantité de gaz absorbée diminue rapidement si la température augmente. Il faut donc pour obtenir les meilleurs résultats, employer de l'eau refroidie et la température du gaz doit être aussi basse que possible. En pratique cette température est maintenue ordinairement à environ 50–60°F. (environ 10–15°C). Les gaz des bruleurs sont portés à la température convenable pour l'absorption, en les conduisant d'abord à travers un système de tuyaux refroidis à l'air ou à l'eau et ensuite aux tours ou réservoirs d'absorption.

2. *Préparation de la liqueur de sulfite.* Les méthodes employées pour préparer cette solution peuvent être divisées en 2 groupes:—1. Celles dans lesquelles le gaz est mis en contact avec la base à l'état solide, tel que carbonate ou oxyde, les systèmes à tour de Kellner, Francke, Mitscherlich, Ritter-Kellner et autres; 2. celles dans lesquelles le gaz est mis en contact avec la base en solution ou en suspension dans l'eau: les systèmes de réservoir de Flodquist, Turner, McDougall, Partington et autres, certains systèmes emploient les 2 méthodes.[2]

Systèmes de tour. Dans ce système, du calcaire brut ou de la dolomie est placé dans une ou plusieurs tours, de section circulaire ou carrée, 6-12′ de diamètre, 50′-150′ de hauteur, d'une construction intérieure spéciale. L'eau froide est pompée en haut de la tour et distribuée sur la pierre de manière que à ce qu'elle descende par la tour en minces filets ou en plaie fine, entourant en même temps la roche d'un filet d'eau. Les gaz refroidis du bruleur entrant par en bas et en montant rencontrent la pluie descendante et viennent en contact avec l'eau qui enduit la pierre. L'anhydride sulfureux est rapidement dissout par l'eau pour former de l'acide sulfureux, d'après la formule $H_2O + SO_2 = H_2SO_3$. L'acide ainsi formé réagit sur la chaux formant un sulfite de chaux, $CaSO_3 + H_2SO_4 = CaSO_3 + H_2O + CO_2$. Le sulfite de chaux est insoluble dans l'eau, mais en présence d'un excès de bioxyde de soufre et d'eau il se transforme rapidement en bisulfite soluble $CaSO_3 + SO_2 + H_2O = Ca\,H_2\,(SO_3)_2$. Le bisulfite ainsi formé est amené par le liquide au fond de la tour. Si les tours sont d'une hauteur

[1] Pour description des brûleurs, voir Appendice H de ce rapport.

[2] On trouvera des descriptions de ces divers procédés et des appareils en usage dans Hofman, Papier-Fabrikation, 2ème éd., Vol. II, p. 1422 et suiv.
Griffin and Little, Chemistry and Paper Making, p. 203 et suiv.
Watt, The Art of Paper Making, p. 68 et suiv.

convenable et si l[illegible]antités de gaz, d'eau et de calcaire sont bien proportionnées et reglées presque tout l'anhydride sulfureux sera absorbé. Les gaz perdus qui s'échappent à l'air par le haut de la tour sont surtout de l'azote et de l'acide carbonique. Ils renferment ordinairement un peu de SO_2 qui n'a pas pu être absorbé. Le liquide est collecté au fond de la tour et pompé dans des réservoirs. Si l'on se sert de calcaire, le liquide renfermera du bisulfite de chaux et de l'acide sulfureux en solution: si l'on emploie de la dolomie, on aura du bisulfite de chaux et de magnésie. Le rapprt du magnésium au calcium dans le liquide final est plus grand que celui de la pierre originaire, parcequ'une partie de la chaux est ordinairement rendue insoluble et enlevée comme sulfate de chaux. La formation du sulfate est due à la présence de SO_3 dans les gaz du bruleur. L'anhydride sulfurique forme de l'acide sulfurique dans les tours et l'acide ainsi formé réagit sur la chaux ou sur le sulfite de chaux pour former le sulfate suivant:

$$CaCO_3 + H_2SO_4 = CaSO_4 + CO_2 + H_2O$$

$$CaSO_3 + H_2SO_4 = CaSO_4 + H_2SO_3.$$

On trouve également une petite quantité de sulfite de chaux insoluble dans le liquide. Les matières insolubles sont enlevées en laissant le liquide en repos jusqu'à ce que les matières solides se soient tassées au fond. On retire alors le liquide clair. La présence de corps insolubles est préjudiciable, car ces corps causent des pertes de soufre et ont une tendance à obstruer les conduites et les tamis.

Système de réservoir.—Dans ce système le gaz refroidi des bruleurs est mis en contact avec de la chaux en suspension dans l'eau dans une série de réservoirs. L'eau de chaux est préparée en éteignant dans l'eau de la chaux brulée, provenant de préférence de la dolomie. Cette opération se fait ordinairement dans des appareils spéciaux qui permettent un mélange parfait. L'eau de chaux ainsi produite renferme des hydrates de calcium et de magnésium, en partie en suspension, et en partie en solution.

L'eau de chaux préparée passe à travers une série de réservoirs ordinairement 3 sur une rangée disposés de manière qu'elle coule par gravité de l'un dans le suivant plus bas. Tous les réservoirs, à l'exception du supérieur sont faits de sorte que la gaz ne puisse s'échapper. Le gaz du bruleur entre par le bas du réservoir inférieur par un système approprié de tuyaux et jets. Il monte ensuite à travers le liquide de ce réservoir vers le haut. De là il passe au fond du réservoir suivant de la série situé plus haut et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il atteigne le réservoir supérieur. Ici la partie de gaz non dissout s'échappe à l'air ou par une ouverture spéciale dans une cheminée et ensuite à l'air. Il faut placer ordinairement un ventilateur dans le tuyau en-dessous du réservoir inférieur pour former le gaz à travers le liquide des réservoirs.

Les réactions chimiques dans les réservoirs sont les mêmes que celles dans les tours, quoique'lles se fassent plus vite et que les solutions soient plus fortes. L'hydroxyde en suspension et en solution est d'abord transformé en sulfite; après si on ajoute un excès de SO_2, presque tout le sulfite insoluble se transforme en bisulfite soluble.

Avec ce système l'opération peut être rendue continue. Tout le sulfite non changé qui sort du réservoir inférieur, et le sulfate insoluble qui se forme s'il y a du SO_3, peut être enlevé du liquide en le laissant se déposer. On obtient un liquide plus satisfaisant en travaillant par intermittence. Alors le liquide du réservoir inférieur peut être traité avec du gaz jusqu'à ce que tout le sulfite ait été changé en une forme soluble. Si l'action est complète, la solution est saturée et le réservoir est de nouveau filtré par celui plus haut, le courant de gaz étant arrêté temporairement en arrêtant la soufflerie.

Il faut remarquer que dans la préparation de la solution de sulfite de cette manière, celle-ci augmente en force en passant par les réservoirs, tandis que les gaz vont en diminuant graduellement pendant leur marche ascendante à travers le système.

L'analyse suivante est donnée par Griffin et Little comme représentant une bonne solution faite avec de la dolomie.[1]

Poids spécique à 15°C. = 1·0582.

Acide sulfureux (SO_2)	4·41%
Acide sulfurique (SO_3)	0·13
Chaux (CaO)	0·95
Magnésie (MgO)	0·72
Silice (SiO_2)	0·04

Ces corps sont combinés comme suit:

Sulfate de chaux ($CaSO_4$)	0·22
Bisulfite de chaux (CaS_2O_3)	2·84
Bisulfite de magnésie (MgS_2O_3	3·04
Acide sulfureux libre (SO_2)	0·11

3. *Opérations ultérieures.* Les opérations ultérieures ne seront décrites que brièvement ici.

On fait bouillir les copeaux préparés dans le liquide de sulfite dans une vase étanche construit spécialement qu'on appelle autoclave. L'autoclave Mitscherlich, forme communément employée au Canada, est un cylindre conique en haut et en bas. Il est fait en tole de chaudière, garni de plomb et de briques refractaires, et il résiste à de fortes pressions internes. Le diamètre de ces cylindres est de 12′ à 14′, la hauteur de 36′ à 40′ et la capacité de 4,000 à 6,000 pieds cubes. En haut se trouvent deux trous d'hommes pour le chargement et en bas 2 ou 3 pour le nettoyage et les réparations. Le fond de la base conique est muni de valves spèciales et de tuyaux pour permettre le déchargement du contenu si la cuisson est terminée.

L'autoclave et son contenu sont chauffés par la vapeur qui circule à travers des tuyaux en plomb qui recouvrent le tiers intérieur des parois intérieures de l'autoclave.

[1] Chemistry of Paper Making, p. 228.

Pour charger l'autoclave on le remplit de copeaux par le haut aussi complètement que possible; on admet alors le liquide contenant environ 3½% d'acide sulfureux (libre ou combiné) jusqu'à ce que l'autoclave soit remplie. On ferme ensuite les trous d'hommes et on fait arriver la vapeur pour chauffer le contenu, la pression monte lentement. On atteint le maximum de la pression en 4 à 5 heures, et toute la cuisson est finie en 14-16 heures. Dans plusieurs moulins les opérations sont accélérées, 8 heures étant un maximum. Les pressions varient entre 65-85 livres, et la température la plus haute est entre 300 et 312°F.

Si la cuisson est terminée on abaisse la pression à 30 livres, la valve de déchargement du fond est ouverte, et la pâte est refoulée dans un égouttoir, où le liquide s'égoutte et où la pâte est lavée. Les opérations suivantes, par lesquelles passe la pâte, dépendent de l'usage auquel elle est destinée. Le blanchissage et le tamisage précèdent ordinairement le travail de mélange avant la fabrication du papier pour journaux.

Les Pyrites comme substitut du soufre dans l'industrie de la pâte au sulfite.

La fabrication de la pâte au sulfite est une industrie chimique relativement nouvelle, et l'attention des industriels a été portée surtout à perfectionner le procédé. Dans les dernières années les coûts de la matière brute et du travail ont augmenté, aujourd'hui on cherche à faire des économie dans les opérations. Le bois coûte de 50 à 60% du prix total de la pâte; les prix ont toujours été en augmentant et il est peu probable qu'ils descendent; les prix de la main d'œuvre vont en augmentant avec la cherté de la vie. Une diminution du coût peut prévenir probablement des nouvelles applications mécaniques, qui réduiront encore le prix à la tonne de la main d'œuvre ou par des économies dans l'emploi d'autres matières brutes. Le soufre en est, peut-être le plus important et il est essentiel dans le procédé de la pâte au sulfite. Dans les premières années de développement du procédé, le gaz d'anhydride sulfureux nécessaire était préparé de la manière la plus aisée, en brulant du soufre brut à l'air dans l'ancien type de bruleur à pannes. Le prix du soufre pour la fabrication de la pâte de cette façon n'était que 10% du prix total de la pate; par conséquent les économies à faire en ce point n'ont pas reçu l'attention qui s'est portée sur d'autres parties de l'opération.

D'un autre côté la fabrication de l'acide sulfurique, l'autre industrie chimique dépendant du soufre comme une de ses matières brutes essentielles, a été élaborée depuis plus d'un siècle. Les fabriquants d'acide sulfurique ont cherché continuellement à perfectionner leur procédé et à réduire leur frais de fabrication; pour eux la production d'acide sulfureux est de première importance; ils ont donc nécessairement porté plus d'attention aux méthodes de préparation et ils ont inventé plusieurs formes d'appareils dans ce but. Excepté dans des circonstances très spéciales, nous trouvons que le fabriquant d'acide prépare son acide sulfureux en brulant

les pyrites dans des fours spéciaux. : le fait, non pas, parcequ'il est plus facile de produire le gaz de cette manière, ou que les pyrites peuvent s'obtenir plus facilement ou que leur emploi est plus aisé, mais *parcequ'il a trouvé qu'il peut préparer un gaz excellent pour son usage, de beaucoup meilleur marché produit ainsi que de n'importe quelle autre façon*, les prix relatifs de marché du soufre et des pyrites étant ce qu'ils sont.

Les fabriquants d'acide ont parfaitement étudié la manière d'employer les pyrites au lieu du soufre; ils ont élaboré des procédés très satisfaisants et ont montré leur confiance dans les résultats obtenus en placant plusieurs millions de capital dans des industries qui dépendent des pyrites comme source de soufre. Vus les résultats qu'ils ont obtenus et qui ont couronné leurs efforts, la possibilité de fabriquer économiquement un gaz convenable des pyrites, et de l'absorber d'une manière satisfaisante, ne peut pas être niée.

Le fabriquant de pâte au sulfite qui cherche des méthodes pour réduire ses prix de production ne devra manquer d'étudier les procédés des fabriquants d'acide sulfurique. Dans les anciennes conditions quand le procédé au sulfite était dans l'enfance, avant le développement des nouvauxx bruleurs pour fins, le gaz dilué, produit dans les bruleurs pour gros, avec son fort pourcentage en SO_3 et O, chargé de poussière, rendit difficile avec l'emploi des pyrites la production d'une pâte au sulfite satisfaisante. L'invention des foyers multiples, les fours travaillant mécaniquement et le perfectionnement des appareils pour enlever la poussière et autres impuretés[1] ont vaincu ces difficultés. Beaucoup de moulins européens travaillent maintenant les pyrites au lieu de soufre; dans bien des cas ils emploient des fours américains opérant mécaniquement.

Le fabriquant de papier qui se propose d'employer des bruleurs de pyrite, trouvera que l'installation de son usine coutera parfois plus cher; son ouvrier principal devra avoir un peu plus de connaissance technique depuis que la préparation de la liqueur au sulfite demande plus de soins et d'habileté. Mais un four rotatif moderne ne demande que peu d'attention à ce qu'il parait. Il est d'une construction simple, ne se dérange pas aisément, et n'est par difficile à conduire. Le gaz produit contient beaucoup d'acide sulfureux. On aura de grandes pertes de soufre à moins que le bruleur ne soit conduit avec précaution . Les pertes de gaz en haut des tours (ou réservoirs) sont parfois excessives; elles peuvent atteindre 15% du gaz produit. Un gaz fort donnera rapidement une liqueur forte, mais avec beaucoup de pertes. Un gaz plus faible produira également une liqueur satisfaisante, avec beaucoup moins de pertes, pourvu qu'on prenne des précautions pour refroidir les gaz avant leur entrée dans les tours d'absorption, quoique le temps nécessaire pour porter la solution à la concentration voulue soit plus longue.

Les principales objections dans l'emploi des pyrites comme remplaçant du soufre, à part la question du gaz plus faible produit, viennent

[1] Le procédé par contact de la fabrication d'H_2SO_4 demande un gaz beaucoup plus purifié que celui nécessaire à l'industrie de la pâte au sulfite.

d'autres causes que celles de la nature du produit. Seulement quelques moulins au sulfite sont bien situés au point de vue de l'approvisionnement en minerai convenable. Comme conséquence, le transport augmentera le prix par tonne de soufre reçu suivant la teneur en soufre du minerai. Un minerai avec 45% de soufre récupérable, contient 55% de matières inutiles (pour les usages du moulin au sulfite). Dans d'autres mots on doit payer le transport pour 1,100 livres de matières qui n'ont aucun emploi. Cette matière inutile doit donc être manipulée emmagasinnée et est finalement rejetée. En admettant que les pertes en soufre en grillant sont de 2%, le prix de $1.00 par tonne pour les pyrites, pour transport, chargement et autre, équivaudra à un prix de $2,093 par tonne pour la teneur en soufre récupérable du même minerai. Pour des minerais à 40% ce prix sera de $2,631 et à 35% $3.03 par tonne pour le soufre récupérable dans le minerai.

De même si le bruleurs de pyrites ne sont pas opérés convenablement il y a une tendance à ce qu'une plus grande partie de SO_3 se forme au lieu de SO_2, vue l'action catalytique de l'oxyde de fer. De même si la combustion n'est pas bien réglée, il y aura plus de pertes de soufre dans les cendres.

La valeur relative du gaz préparé soit du soufre soit des pyrites peut être déduite de la comparaison suivante. On admet en faisant cette comparaison que l'air contient 20·5% d'oxygène en volume. Par la combustion les réactions suivantes ont lieu:

$$S_2 + 2\ O_2 = 2\ SO_2$$

$$4\ FeS_2 + 11O_2 = 2\ Fe_2O_3 + 8\ SO_2$$

Donc si l'on brule du soufre dans l'air le volume théorique maximum de SO_2 contenu dans le gaz provenant de la combustion sera le même que celui de l'oxygène premier, c. à d. 20·5%. Si les pyrites sont brulées une partie de l'oxygène de l'air se combine au fer sous forme d'oxyde ferrique; si la combustion est complète les 8/11 de l'oxygène se combineront avec le soufre des pyrites pour former du SO_2 et le volume de ce bioxyde produit sera 8/11 de 20·5 = 14·9% du volume de l'air consommé.

En pratique on verra que les bruleurs de soufre produisent un gaz contenant de 12 à 16% de SO_2, tandis que le four mécanique moderne à foyers multiplies, produit en grillant des pyrites un gaz de 8 à 12% de SO_2.

En forçant le bruleur à soufre on produira un gaz plus riche que celui indiqué plus haut; mais en même temps les pertes en soufre par sublimation seront plus élevées.

En considérant les valeurs relatives des gaz produits par chacune des 2 méthodes, nous trouvons que le gaz préparé par combustion du soufre, renferme 2 à 3 fois plus d'oxygène libre que celui des pyrites. La présence de l'oxygène libre est nuisible parcequ'il conduit à l'oxydation de SO_2 dans les tours et à la formation de sulfates insolubles dans les solutions. D'un autre côté une objection vient de la soi-disant difficulté de préparer une liqueur satisfaisante d'un acide plus faible produit par le grillage des

pyrites. En réponse à ceci on peut dire que les fabriquants d'acide ne rencontrent pas de difficulté en préparant un liquide plus fort (d'une composition différente il est vrai) pour la fabrication de l'acide sulfurique. Pour compenser l'emploi d'un gaz plus faible dans un moulin à papier, il faudra augmenter les dimensions du systèmes absorber et prendre des précautions pour avoir un refroidissement plus parfait des gaz pour assurer une meilleure absorption.

En rapport avec ceci les expériences de Sault Ste. Marie ont prouvé qu'avec un système de tours et avec l'eau froide du lac Supérieur, un gaz de 12 à 14% était plus économique pour la production de la liqueur qu'un gaz plus riche. Un gaz de cette concentration, fabriqué dans un atelier de grillage et de nettoyage de gaz donne des résultats meilleurs, et plus économiques que celui provenant du soufre des bruleurs.[1]

La question de l'empoi des pyrites pour remplacer le soufre dans un moulin au sulfite ne dépend plus des difficultés techniques de fabrication. On peut produire du gaz sans possière et d'une concentration convenable; ce gaz peut servir à la préparation d'une bonne solution. Le point difficile de la question est le *prix relatif*. Là où les moulins sont situés de façon à pouvoir s'approvisionner facilement et à bon marché avec du soufre, tandis que les pyrites reviendront plus cher, on devra employer le matériel le moins cher. D'un autre côté beaucoup de moulins peuvent remplacer par suite de leur emplacement le soufre par les pyrites et faire (aux prix relatif du marché actuel) une grande économie annuelle.

Dans l'article auquel on a referré plus haut M. Sjoestedte parle de la question des prix comme suit:

La pyrite pure contient 46·67% de fer et 53·33·% de soufre; le soufre en canon environ 100% de soufre. Par conséquent une tonne de pyrite correspond comme teneur en soufre à 0·533 tonne de soufre en canon. Mais on ne trouve pas dans la nature des pyrites pures, les produits commerciaux contienent généralement de 45 à 50% de soufre, alors que le soufre en canon commercial contient ordinairement 98 à 99%. Une tonne de soufre en canon équivaut donc en volume en soufre à 2 ou 2·3 tonnes de pyrites. Au cours actuel, les pyrites fines avec 45% de soufre couteront à 10 cents par unité, $4·50 la longue tonne; par conséquent le soufre contenu dans ce matériel reviendra au prix de $10.00 dollars par longue tonne; tandis que le soufre en canon de la Louisiane est quoté à $22.25; ce qui fait une différence de $12.25 en faveur des pyrites. Par contre nous devons tenir compte de diverses dépenses telles que la différence en pertes, le prix de la main d'œuvre, la force motrice en eau, dans le coût de l'installation, dans les frais de transport etc., mais néanmoins cette matière de peu de valeur peut généralement supporter tout ceci. Ces items diffèrent tout de même pour chaque cas particulier, et produiront chaque fois un bilan différent; et comme un argument général pour ceci ne sera pas suffisant ou de quelque valeur réelle, il faudra présenter un exemple

[1] Sjoertedt, E. A. Soufre à canons contre pyrites dans la fabrication de la pâte de bois, Min. Jour., Vol. LXXXI, 1906, p. 803.

définitif. Notre propre cas peut être accepté comme modèle. Le soufre en canon à Sault Ste. Marie venait d'une carrière de la Louisiane: le transport delà, s'élevait à $7·87 par grosse tonne et maintenant portait le prix du soufre à $27.25 par tonne f. o. b. à Sault Ste. Marie. Les pyrites venaient de la mine Helen, Michipicoten (où de grandes poches de minerai granulé ont été trouvées, contenant environ 47% de soufre); le bas prix de transport de cet endroit en même temps que le peu de frais de minage en font un matériel excellent pour pouvoir etre livré à l'usine de grillage au prix de $5 par tonne (ou environ 11 cents par unité.)

Durant les essais on employait environ 3000 tonnes de pyrites et 375 tonnes de soufre en canon; ceci nous permettait d'obtenir des chiffres convenables pour pouvoir faire une comparaison. Les fours à griller employés pour traiter les pyrites étaient du type McDougall[1] modifié par nous-mêmes. Pour bruler le soufre en canon nous faisons usage des fours ordinaires en fonte pour soufre.

En laissant de côté tous les détails, il suffit de dire que notre pratique nous a montré qu'en moyenne 2·25 tonnes de notre pyrite à 47% de soufre équivalent en rendement et en quantité de liqueur et pâte produites à une tonne de soufre en canon. En grillant 22·5 tonnes de pyrites et en brulant son équivalent de 10 tonnes de soufre en canon par jour, nos dépenses journalières étaient les suivantes:

En grillant	Pyrite	Soufre en canon
Main d'œuvre environ	$20·00	$8·00
Vapeur pour sécher les pyrites	10·00	
Force, eau et lumière	5.00	2·00
Réparations et divers	9·00	1·00
Amortissement de l'usine à 10%	15·00	1·50
	$ 59·00	$ 12·50
Matériel, 22·5 tonnes de pyrites à $5	$112·50	
Matériel 10 tonnes de soufre en canon à $27.25	...	272·50
Balance en faveur des pyrites	113·00	
	$285·50	$285·00

Ce qui fait un gain pour les pyrites à raison de $11.35 par grosse tonne de soufre employé: pour un moulin de 50 tonnes ceci seul monte à environ $30,000 par an.

La même question a été traitée par F. J. Fielding à la New England Section of the Society of Chemical Industry.[2] Quoique les chiffres de Mr. Fielding aient été calculés pour des localités de la Nouvelle-Angleterre, ils peuvent s'appliquer à beaucoup d'usines de Québec et du voisinage des Grands Lacs. Dans le cas de quelques endroits de l'Ontario situés favorablement pour s'approvisionner en pyrites, la différence des prix

[1] Brevet Canadien No. 81,495, juin 1903; décrit dans le Journal of the Canadian Mining Institute Vol. VII. Voir ch. p. V, p. 122 de ce rapport.

[2] Journal of the Society of Chemical Industry, mai 1906, Vol. XXV

des 2 méthodes sera beaucoup plus frappante. Falding écrit ce qui suit "Quoiqu'il soit difficile d'établir des prix pouvant s'appliquer à tous les cas je crois que les chiffres suivants sont assez raisonnables pour quelques localités de la Nouvelle Angleterre et peuvent former une base pour établir des calculs plus justes pour une localité donnée. On admet qu'on emploie le meilleur produit de chaque classe; dans le cas de soufre en canon une qualité dont 99% peuvent être récupérés comme SO_2; qu'on emploie des pyrites produisant 49% en poids de soufre comme SO_2. On prend des pyrites fines ou granulées, car c'est seulement en brulant des pyrites fines dans le four MacDougall qu'on peut avoir du gaz concentré

Le prix de cette qualité de soufre en canon et de la meilleure qualité de pyrites fines livrées d'un bateau d'un des ports de l'océan Atlantique sera aujourd'hui respectivement de $22.00 et $6.00 par longue tonne. A ce prix il faut ajouter $0.25 par tonne pour déchargement à la fabrique, échantillonage et analyses. Le prix de manipulation et de grillage variera suivant les quantités à opérer, et l'installation de chaque usine. Si l'on travaille environ 7-5 tonnes de soufre par 24 heures, le soufre en canon ne coutera pas plus de 40 cents et les pyrites pas plus de 50 cents par tonne y compris les réparations et les imprévus. Si l'usine est située loin d'un cours d'eau navigable, il faut ajouter les frais de transport par chemin de fer. L'équivalent de $2.00 par tonne de pyrites pour transport sera de $2.75 par tonne de soufre en canon. Nous avons donc les frais suivants, livraison et manipalution de nos matières brutes:

Soufre en canon, transport du port de l'Atlantique $22.65 par longue tonne; à l'intérieur $25.40; pyrites, au port de l'Atlantique $6.75, a l'intérieur $8.75 par longue tonne.

Donc une tonne (2000 livres) de soufre équivaudra à 1·01 tonne de soufre en canon à 99% et 2,143 tonnes de pyrites à 49%; de plus le prix d'une courte tonne à un port de l'Atlantique sera pour le soufre en canon $20.43 et pour les pyrites $12.92. Dans une usine à l'intérieur pour le soufre en canon $22.91 et pour les pyrites $16.74.

Prenons le cas d'une usine sur le bord de la mer et à l'intérieur respectivement et employant 7·5 tonnes de souffre par jour ou 2,700 tonnes par an. Si le soufre est acheté comme soufre en canon il coutera $55·161 sur le bord de la mer et $45·198 à l'intérieur du pays, laissant une différence de prix en faveur des pyrites de $20·277 dans le premier cas et $16·659 dans le second.

Le prix de l'usine d'une telle capacité pour griller les pyrites et nettoyer le gaz sera environ $30,000 en estimation libre; on peut en déduire 12% pour intérêt et amortissement ce qui diminuera la différence de $3,600 et laissera pour l'usine au bord de la mer $16,677 et pour celle à l'intérieur $13,05 6. Ces chiffres réprésentent le gain net pour le prix de la fabrication de la pâte. Il peut monter jusqu'à 75 cents et $1 par tonne de pâite; avec quelques précautions et en achetant les pyrites à meilleur marché ce chiffre sera encore accru considérablement.

Je crois que ces chiffres sont au bas mot. Ils varieront sans doute avec les localités, les conditions d'une usine donnée et l'habilité employée en faisant le changement, avec le travail et l'achat des approvisionnements et en un mot la supériorité de la direction individuelle.

Dans l'industrie de l'acide sulfurique il est généralement admis qu'avant de pouvoir prendre en considération le remplacement des pyrites par le soufre en canon, il faudra payer le soufre en canon de $12.00 à $14.00 la longue tonne, suivant la situation de l'usine.

En employant des pyrites les fabricants d'acide achètent naturellement les minerais les plus profitables. Aujourd'hui l'offre de pyrites utiles à forte teneur n'est pas égale à la demande. Comme conséquence on exploite des minerais à basse teneur; quelques usines d'acides achètent des minerais ayant moins de 35% de soufre. Des pyrites à 30% de soufre peuvent être brulées avec succès sans chauffage extérieure et produire un gaz à 7% de SO2 environ.[1]

Pour le travail d'un moulin [illegible] sulfite installé avec des fours à griller mécaniques il sera naturellement [illegible] préférable d'avoir des pyrites d'une teneur aussi forte que possible. [illegible] autre coté il existe beaucoup de mines en prospection [illegible] dans l'Ontario d'où on peut tirer une immense quantité de minerai à teneur plus basse. La plus grande partie ne contient pas loin de 35% de soufre. Les devis suivants pour opérer une usine de grillage des pyrites, ont été établis en vue de ce fait.

Devis du coût de la Production de l'anhydride sulfureux pour une usine de 100 tonnes de pâte au sulfite.

A. *Employant du soufre:*

Par tonne de pâte produite il faut 250 livres de soufre.

25,000 lbs. = 12·5 tonnes.

En admettant qu'il y ait 99·5% de soufre pur, il faut 12·63 tonnes de soufre commercial.

12·63 tonnes à $22·50 par tonnes. ..... $284·18

Installation.

Fours rotatifs..	$5,000
Tuyauterie, etc.	500
Batiments..	5,000
	$10,500

En comptant 10% pour dépréciation = $1,050 par an.

[1] Différents fabricants de grilleurs mécaniques disent qu'ils peuvent griller du minerai ne contenant que 25% de soufre, sans avoir recours à une source de chaleur extérieure.

(Pour 300 jours de travail par an)

Coût journalier	$3·50	
Réparation et entretien	2·00	
Main d'œuvre	5·00	
Coût total par jour	$294·68	

Prix du soufre par jour pour 1 tonne de pâte au sulfite = $2·95

B. En employant des pyrites de 45%.

En comptant 2% de perte en soufre par suite du grillage, chaque tonne de minerai contient 860 livres de soufre récupérable. Pour 25,000 livres de soufre il faudra donc 29·07 tonnes de ce minerai.

Du minerai à 45 cents par unité	$4·95 par tonne	
Transport, etc., soit	1·05	
Prix de la tonne	$6·00	
29·07 tonnes à $6 par tonne = prix par jour de		$174·42

Intallation.

Fours mécaniques	$36,000	
Chambres de poussière, tuyaux, etc	7,800	
Elévateurs, convoyeurs, etc	2,700	
Scrubbers	3,000	
Pompes, ventilateurs, valves, etc	800	
Tuyauterie et canalisation	1,200	
	$51,500	
Batiments	15,000	

En comptant sur un amortissement de 10%,
L'amortissement sera de $6,650 par an
L'amortissement sera pour une année de 300 jours de travail, par jour ... $22·17

Réparations annuelles $1,000 ou par jour 3·33

Travail et surveillance.

½ mécanicien à $4·00	$2·00	
3 hommes à $2·25	6·75	
3 hommes à $1·75	5·25	
Main d'œuvre par jour		14·00
Divers, huiles, déchets, etc		·25

Force motrice, 10 H.P. à $20.00 par H.P. par an. $200·00
Prix par jour pour force motrice ·66

Prix total par jour pour 10 tonnes de sulfite	$214·83
Prix par tonne de pâte de sulfite par jour	2·15

C. En employant des pyrites à 35% de soufre.

En comptant sur une perte de 3% par grillage, chaque tonne de minerai contiendra 640 livres de soufre récupérable.

Pour 25,000 livres de soufre il faudra donc 39·07 tonnes de ce minerai.

Les pyrites à 35% couteront à 11 cents l'unité, $3·85 par tonne.

Transport, etc., environ	1·05	
Prix total de la tonne	4·90	
39·07 tonnes à $4·90 par tonne = prix journalier de		$191·44

Installation

Fours à griller mécaniques	$36,000	
Chambres de poussière, conduites, etc	9,000	
Elévateurs, transporteurs	2,700	
Scrubbers	4,000	
Pompes, ventilateurs, valves, etc	800	
Tuyauterie et canalisation	1,200	
	$53,700	
Batiments	15,000	
	$68,700	
Amortissement annuel de 10%.		
L'amortissement sera de $6·870 par an.		
L'amortissement sera pour un an de 300 jours de travail par jour		$22·90
Réparations annuelles $1,400 par jour		4·67

Main d'œuvre et surveillance.

½ mécanicien à $4·00	$2·00	
3 hommes à $2·25	6·75	
5 hommes à $1·75	8·75	
	$17·50	
Main-d'œuvre par jour		$17·50
Divers, huile, déchets, etc		·30
Forces motrices, 14 H.P. a $20·00 par H.P. an $280.00		
Prix de la force motrice par jour		·94
Prix total par jours pour 100 tonnes de sulfite		$237·75
Prix d'une tonne de pâte au sulfite par jour		2·38

1. Les chiffres donnés ici peuvent être considérés comme exacts, en comptant seulement 250 livres de soufre par tonne de pâte au sulfite produite. En Amérique la pratique a montré que la consommation de soufre varie de 520 à 450 livres par tonne de pâte produite. Les tableaux

suivants montrent respectivement le prix du soufre par tonne de sulfite dans un moulin ca. adien durant une période de 3 ans, et le prix moyen du soufre de 25 moulins des Etats-Unis durant une période de 9 ans.[1]

TABLEAU XIX.

Coût de la pâte au sulfite dans un moulin canadien.

Année.	Soufre Prix. $	Bois Prix. $	Prix total.	% de soufre du total.	% de bois.
1908	2·73	14·57	29·49	9·25	49·41
1909	2·82	13·13	26·47	10·65	49·60
1910	2·72	11·99	24·02	11·32	49·92

TABLEAU XX.

Prix moyen de la pâte au sulfite dans les moulins des E. U.

Année.	Prix du soufre.	Prix du bois.	Prix total.	% en soufre.	% en bois.
1901	3·24	12·74	25·72	12·59	49·53
1902	3·24	13·50	26·08	12·45	51·76
1903	3·32	14·02	27·08	12·36	51·77
1904	3·15	15·51	28·69	10·98	54·04
1905	2 97	16·18	29·14	10·19	55·52
1906	2.87	17·03	29·97	9·58	56·83
1907	2·81	17·75	31·32	8·97	56·67
1908	2·74	21·42	32·52	8·42	65·86
1909	3·01	22·27	35·02	8·59	63·59

Le prix moyen du soufre de tous les moulins des Etats-Unis cités, était de $3·21 par tonne de pâte de sulfite produite.

2. De nouveau on admet que le soufre coute $22·50 la tonne. Dans l'ouest de l'Ontario le prix actuel est d'environ $27·00 la tonne. Le tableau suivant montre l'effet de l'augmentation du prix du soufre, les autres données dans la fabrication restant les mêmes.

[1] Chiffres données par le Tariff Board to Pulp and Newsprint Paper Industry, Senate Document 31, Washington 1911, p. 84 et 82.

TABLEAU XXI.

Changement dans les prix de soufre par tonne de pâte de sulfite pour chaque augmentation de 1 dollar dans le prix du soufre.

Prix du soufre.	Coût de la tonne de sulfite.
$18·00	$2·38
19·00	2·51
20·00	2·63
21·00	2·76
22·00	2·88
23·00	3·01
24·00	3·14
25·00	3·26
26·00	3·39
27·00	3·52
28·00	3·64
29·00	3·77
30·00	3·89

Ce tableau montre que les moulins, situés loin des ports de la mer de sorte que le transport augmentera beaucoup le prix du soufre, auront avantage à installer une usine à griller les pyrites, pourvu que l'approvisionnement en minerai convenable ne soit pas trop loin.

Installation d'une usine à griller les pyrites pour un moulin de pâte au sulfite.

Le matériel nécessaire à la fabrication de l'anhydride sulfureux des pyrites pour l'emploi dans un moulin au sulfite consiste dans les appareils principaux suivants:

1. Fours à griller.
2. Chambres de poussières.
3. Scrubbers ou laveurs.
4. Ventilateurs, pompes, etc.

1. *Fours à griller.*—Dans quelques moulins d'Europe on emploie encore les bruleurs pour morceaux; quelques autres moulins se servent encore de la vieille forme de fours à griller à sole. Les nouveaux moulins emploient ordinairement les fours à sole travaillant mécaniquement. Dans la partie précédente de ce rapport on a décrit quelques uns de ces fours d'origine européenne. Ils étaient d'abord destinés aux usines à gaz, plusieurs ont été depuis introduits dans les moulins à pâte. Parmi les fours d'inventions et de fabrication américaine qu'on dit avoir réussi dans les moulins d'Europe se trouvent celui d'Herreshoff et de Wedge.

Une usine bien équipée doit être organisée en vue de la qualité et de la quantité de minerai à traiter. Dans toutes, mêmes les plus petites usines une certaine partie de la capacité doit être gardée en réserve en cas où il faut mettre hors service un four pour le réparer. Les fours mécaniques modernes sont construits de façon que les longues mises hors de service soient rares: les réparations de moindre importance tel que le remplacement des rateaux ou bras peut se faire en quelque heures.

Une usine avec un bon rendement doit reduire son prix de main d'œuvre à un minimum, en travaillant le minerai et les cendres mécaniquement. Dans le choix et l'établissement des plans, on doit tirer le plus d'avantages possibles de la situation en prévoyant les moyens les plus convenables et le meilleur marché pour manipuler le minerai et les cendres. Presque tous les fours ont des trémies contenant environ 1 tonne de minerai. Dans quelques usines modernes on fait usage de trémies cylindriques avec fond conique, pouvant contenir une charge. Là où les conditions le permettent, on emmagasine le minerai dans des réserves au-dessus du niveau supérieur des trémies de chargement de fours. Si plusieurs fours sont en batterie le minerai est distribué aux trémies de chargement des différents fours par des chaines à godets. Dans les usines les plus petites on emploie encore des barils et la main d'œuvre pour remplir les trémies de chargement. A moins que la main d'œuvre soit à bon marché on peut prendre cette méthode comme économique pour transporter soit le minerai soit les cendres.

Beaucoup d'usines munies d'élévateurs, transporteurs et chargeurs mécaniques font encore usage des brouettes en fer et de la main d'œuvre pour enlever les cendres. Pour de petites usines travaillant avec des pyrites à haute teneur ce procédé peut être économique avec les conditions locales de la main-d'œuvre. Une usine travaillant avec des minerais à basse teneur, où, la cendre forme 50 à 65% ou plus du minerai primitif, doit pouvoir transporter par une chaine à godets les cendres vers un magasin spécial. Le contenu du hangar a cendres peut tomber par intermittence à l'aide d'une trappe dans des brouettes ou wagons pour être charrié vers son emploi final.

2. *Chambres à poussières.*—Les chambres ordinaires à poussière ne sont qu'un élargissement des conduites. Leur bon fonctionnement dépend du fait qu'une augmentation de la sectiom transversale de la conduite réduit la vitesse du courant, et par suite de cette diminution la quantité de corps solides qui peuvent être emportés diminue, et facilite donc la séparation. Si la quantité de poussière est plus grande, ceci ne suffit pas, à moins que la conduite soit très large et qu'on emploie des formes spéciales de conduite.

La conduite de gaz peut être construite avec réfrigérant, avec appareil retardant la vitesse du courant gazeux; on peut y placer des surfaces contre lesquelles le gaz vient se heurter et sur lesquelles les particules de poussière s'attachent.

Une des modifications les plus importantes de la conduite ordinaire est l'introduction des parois en chicane qui forcent le gaz à faire un parcours en zigzag. Les chicanes peuvent être en cloisons allant presque à travers la conduite, alternativement d'un coté à l'autre, de sorte que le gaz circule en zigzag dans un plan horizontal. Parfois les chicanes vont complètement à travers la conduite, des ouvertures se trouvent alternativement en haut et en bas; le chemin parcouru par les gaz est en zigzag dans un plan vertical.

L'introduction des parois en chicanes sur le parcours du courant tend à s'opposer sérieusement au tirage. Cette cause est obviée en partie dans un autre type de chambre à poussière où les parois en chicanes sont placées parallèlement à la direction du courant. Un des types de chambres à poussière le plus récemment breveté est la chambre de Howard, dans laquelle les plaques sont placées dans un plan horizontal et à deux pouces seulement l'une de l'autre. On dit que cette chambre de poussière a un bon rendement.

Une bonne chambre à poussière doit être munie d'un moyen convenable pour enlever la poussière accumulée de temps en temps, sans interruption du courant de gaz, et sans augmenter même temporairement la quantité de poussière entrainée dans les scrubbers.

3. *Scrubbers ou laveurs.*—Le gaz qui a passé à travers les conduites contient encore une très grande quantité d'impuretés en suspension y compris tout l'anhydride sulfurique. En purifiant le gaz pour l'employer dans le procédé par contact ces constituants nuisibles sont enlevés par arrosage ou par des filtres spéciaux en coke ou quartz, des quels plusieurs types sont en usage.[1]

Pour les moulins au sulfite on n'a pas besoin de pousser la purification si loin, ni d'employer d'appareils si unis. Dans certaines usines qui emploient ce procédé on a installé des pulvérisateurs à eau. L'auteur a eu connaissance de quelques moulins européens qui emploient le laveur rotatif Pedersen.[2]

Le courant gazeux passe à travers un cylindre horizontal. Un bras rotatif, situé dans l'axe du cylindre, distribue une pluie fine contre le courant de gaz. Un autre type de laveur employé avec succès consiste en une tour cylindrique verticale avec pomme arrosoir au sommet. Le courant de gaz entre par en bas, et passe vers le haut à l'encontre de la pluie descendante.

En installant des scrubbers pour une usine au sulfite, on verra qu'il sera avantageux de ne pas laisser tout le poids du nettoyage des gaz à un seul scrubber. La où l'on se sert de scrubbers du type d'arrosage, le moindre dérangement non habituel des chambres de poussière précipitera subitement une grande quantité de poussière dans le scrubber, l'obstrue et envoie du gaz non nettoyé dans le réfrigérant et nécessite

[1] Voir Lunge, Acide sulfurique, Vol. I, Part. II, p. 1012 et suivantes.

[2] L'inventeur est Nils Pedersen, Sarpsberg, Norvège. Quand on mettait sous presse, on n'a pu obtenir des détails sur l'invention.

un arrêt. On peut prévenir ceci en mettant des scrubbers en série. Par exemple une série comprenant un scrubber à arrosage d'eau sous pression suivie d'un scrubber à briques, (quartz ou coke) aura un bon rendement et sera facile à travailler.

L'eau employée dans la tour pour l'arrosage peut être mise en circulation par une pompe centrifuge et servir de nouveau. Elle deviendra pratiquement un mélange d'acide sulfureux et sulfurique. Si aux alentours de l'usine on a besoin d'acide on peut soutirer de temps en temps et ajouter de l'eau fraiche. D'un autre coté si elle devient trop concentrée et surchargée de poussière on peut la décharger et ajouter de l'eau fraiche.

On trouvera des détails des différents types de scrubbers dans les ouvrages techniques sur la fabrication de l'acide sulfurique. Plusieurs formes de scrubbers de très bon rendement sont protégés par des brevets, mais on peut ordinairement les avoir complètement par les fabricants de fours mécaniques rotatifs. Inutile donc d'entrer ici dans des détails.

4. *Ventillateur et pompes.*—Dans un moulin au sulfite il faut parfois introduire des ventilateurs pour régler le courant des gaz. Le tirage naturel des tours ne suffit pas pour produire les meilleurs résultats, et il varie d'un jour à l'autre suivant les conditions du temps. Le courant gazeux peut être ralenti dans les chambres de poussière, les scrubbers et les réfrigérants; il faut avoir quelques moyens pour controller la circulation. On emploie généralement pour cela une sorte de ventilateur centrifuge. L'emplacement des ventilateurs diffère dans les différentes usines à acide. Sa place la plus convenable tout de même est entre la chambre de poussière et les scrubbers. Il agit alors comme ventilateur aspirant sur les fours et les chambres de poussière et envoie par un tirage forcé les gaz à travers les scrubbers et réfrigérants dans les tours. Il faut pour les scrubbers un système de pompes auxiliaires pour que l'eau d'arrosage soit en circulation.

La West Virginia Pulp and Paper Company.

La West Virginia Pulp and Paper Co. a installé en 1909 une usine à griller les pyrites dans son moulin au sulfite à Covington, Va.

La courte description suivante de l'usine est publiée grâce à l'amabilité des directeurs de la société.

La première usine se composait de 2 fours Wedge, chacun de 21′ 6″ de diamètre. Les fours sont reliés directement à une petite conduite en tôle d'acier de section carrée. Le gaz des fours est amené par un ventilateur au scrubber, de là il passe à travers une conduite en plomb de 16″ dans le réfrigérant et ensuite à la tour de mélange d'acide fort. L'excédent de gaz passe à travers des tours de coke (6′ de diamètre, 50′ de hauteur) dans lesquelles l'anhydride sulfureux est absorbé par l'eau. Cet anhydride sulfureux est ensuite recupéré et renvoyé à la circulation générale par un système d'avant-chauffeurs et un bassin chauffé; les eaux perdues s'en vont par un canal. Le bassin chauffé est placé au-dessus de la conduite et reçoit sa chaleur des gaz du four.

Quoiqu'on ait obtenu des résultats satisfaisants on a éprouvé dans la marche de cette usine quelques difficultés par rapport à la conduite de poussière, surtout en nettoyant les conduites. L'excès de poussière encombra parfois les scrubbers.

L'usine a été reconstruite en 1910–11 et le dessin ci-joint fig. 23 peut donner une idée générale de la disposition lors de ma visite en janvier 1911. L'usine n'était pas en opération alors.

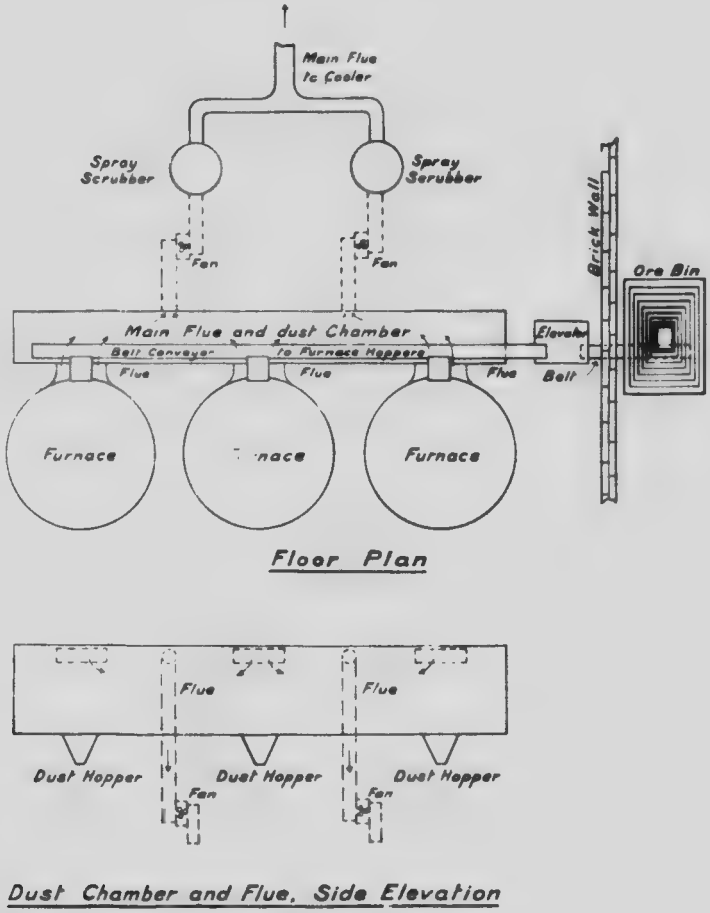


FIG. 23. Plan de l'usine à griller les pyrites de la West Virginia Pulp and Paper Company.

Pour angmenter la capacité on a instalé un four Wedge de plus. Derrière les fours on construisait une large conduite, de section rectangulaire, 7′×12′–4″ suivant toute la longueur de la batterie, des fours. Le foyer supérier de chacun des fours était relié à cette conduite par un tuyau de

section rectangulaire, 7′ – 6″ de large et ayant la même hauteur (2′–2″) que la chambre à gaz du four.

La conduite principale porte vers le bas des trémies de poussière à une hauteur convenable au-dessus du sol pour pouvoir décharger dans des waggons. Cette conduite n'a pas de parois en chicanes.

Deux conduites de gaz partent de la conduite principale et de la chambre de poussière à travers un ventilateur centrifuge à 2 tours scrubbers. Ces tours ont environ 7′ de diamètre et 18′ de haut. Dans chaque tour le gaz entre en bas et passe en haut à l'encontre d'une pluie descendante venant de 6 pommes d'arrosoir placées au sommet de la tour. Des scrubbers le gaz est dirigé directement dans la conduite principale et de là dans les refrigérants situés dans un autre batiment. L'eau des scrubbers est mise en circulation par une pompe centrifuge et s'écoule après avoir servi.

Pour faciliter la manipulation du minerai on a construit à l'extérieur juste à coté de la batisse un magasin de réserve dans lequel le minerai est jeté des waggons. Un transporteur placé près de la réserve conduit le minerai dans le batiment des fours, et le bascule dans les godets d'un élévateur,

Le minerai provenait de la mine Arminius en Virginie; il contenait environ 41% de soufre; les cendres de 4·5 à 5%. Le gaz produit contient 11% d'anhydride sulfureux.

Hinckley Fibre Co., Hinkley, New-York.

Cette société a essayé il a y quelques temps un bruleur rotatif à soufre de Jones ainsi que les appareils accessoires pour la préparation de l'anhydride sulfureux pour les liqueurs des pâtes au sulfite.[1] Le four construit à Hinckley a 8′ de diamètre et 70′ de long (Planche XXIV et fig. 24 et 25). Ces dimensions suffisaient pour griller assez de pyrites avec des teneurs en soufre de 22%, pour la fabrication de 55–60 tonnes de fibres au sulfite par 24 heures avec " le plus de succès " à ce qu'il parait. On a essayé dans cette usine de pyrites des Etats-Unis, du Canada et de l'Espagne avec le même succès. Le minerai est broyé de façon à passer à travers un anneau de un pouce; mais il n'est pas tamisé; les fins et gros sont chargés en même temps. Avec des pyrites de 35–40% de soufre le tour laissera 2% de soufre dans les cendres; on a obtenu des cendres avec 0·7%. L'usine a su fabriquer du gaz contenant 6·5 à 7% d'anhydride sulfureux en employant des pyrite de' 22% La concentration du gaz augmente avec la teneur en soufre contenu dans le minerai; avec du minerai à 40% on peut fabriquer du gaz à 12% tout près. On n'a pas pu avoir des chiffres exacts de la quantité de soufre qu'il faut vaporiser dans un four auxiliaire pour maintenir le gaz obtenu des pyrites à basses teneur à 7%

[1] Pour la description et les dessins de cet appareil voir page 123 de ce rapport. Cette description et la planche XXIV qui l'accompagne ont été publiées par l'amabilité de la Hinckley Fibre Co., et The Pyrite Engineering Company of Carthage, N.Y.

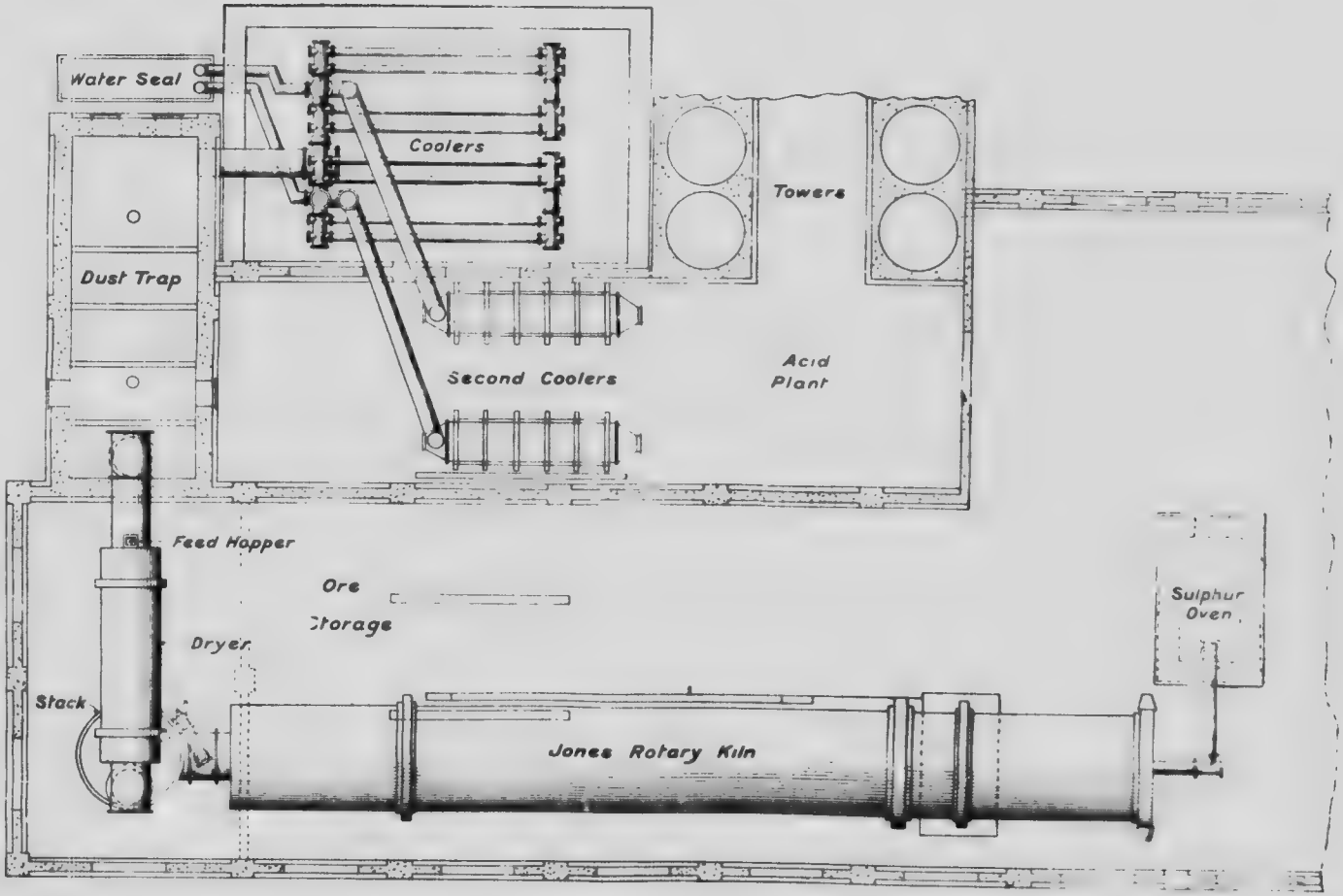


FIG. 24 — Usine à griller les pyrites de la Hinckley Fibre Company, Hinckley, New York

d'anhydride sulfureux; la quantité de soufre dans les cendres n'a pas été non plus fixée d'une manière définitive dans ce cas.

Avec des minerais riches, on n'a pas besoin, d'après les spécifications du brevet canadien, d'un four auxiliaire pour vaporiser le soufre à ajouter à celui du minerai. D'après les renseignements déjà reçus on ne peut pas voir, s'il est possible d'arrêter la vaporisation du soufre dans le four auxiliaire, quand on veut recueilllir continuellement du gaz à 12% de SO_2.

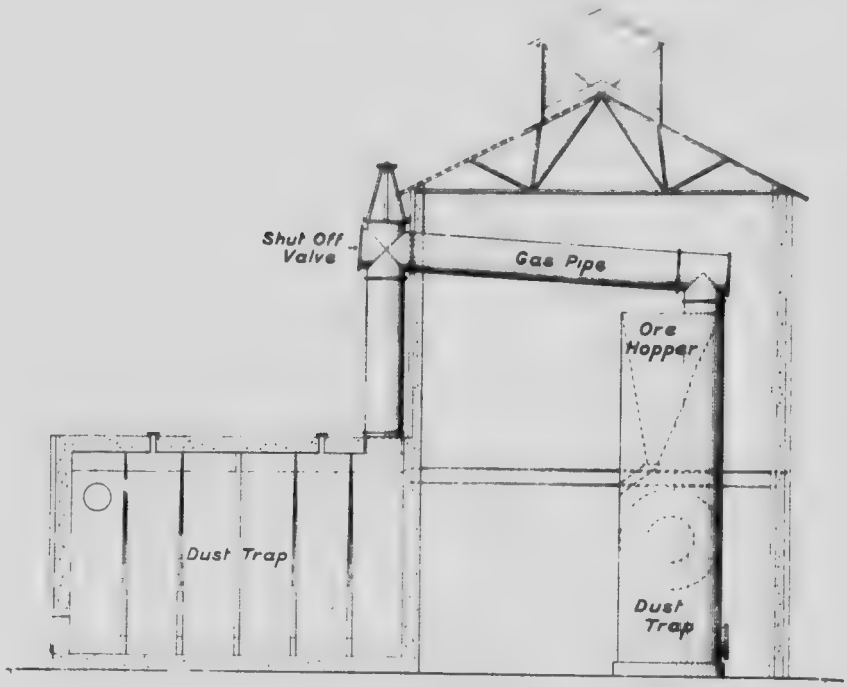


Fig. 25. Coupe transversale du plan de l'usine à griller les pyrites de la Hinckley Fibre Company, Hinckley, New York.

On n'a pas pu obtenir des chiffres sur les quantités relatives de soufre et de pyrites nécessaires à la production d'un gaz type en employant des minerais de différentes teneurs, ni pouvait-on fournir un prix.

La force nécessaire pour opérer un bruleur de cette grandeur, capable de griller 30 tonnes de minerai par 24 heures est approximativement de 12 H.P. non compris celle pour broyer le minerai.

Le plan et la vue ci-joints (Fig. 24 et 25) de l'usine ont été reçus par l'amabilité de la Pyrite Engineering Co. Carthage, N. Y. et font voir l'usine Jones construite à Hinckley. Une description complète du four des sécheurs, de la chambre de poussière et du mode de refroidissement des gaz est donnée dans le chapitre qui décrit le bruleur Jones (p. 125); il est inutile de repéter ici cette description.

Lake Superior Paper Company, Sault Ste. Marie, Ontario.

A une page précédente de ce rapport on a décrit la modification de Sjoestedt du four MacDougall. Quatre batteries de fours Sjoestedt ont été installés à Sault Ste. Marie, Ontario, en tout 16 fours, il y a quelques années.[1] L'anhydride sulfureux préparé dans ces fours servait à beaucoup d'usages; entre autres à la préparation des liqueurs de sulfite pour le moulin à pâte. Mr. Sjoestedt trouve qu'il était tout à fait avantageux de préparer des solutions d'une concentration convenable. Il écrit: Notre expérience nous montre que pour obtenir économiquement cette solution il faut que le gaz ait au minimum 5% de SO_2. Nous avons réussi à produire un gaz à 8% de SO_2 des pyrrhotines avec moins de 25% de soufre (comme montré préalablement) et sans avoir eu ensuite aucune difficulté à fabriquer un gaz de 8-10% de SO_2 d'une pyrrhotine riche (30% de soufre) et à obtenir un rendement de 70-80%.

L'auteur a été informé par feu Mr. Sjoestedt qu'on avait l'intention d'employer cette installation de bruleurs de pyrites dans le moulin au sulfite de la Lake Superior Paper Company nouvellement formée. On se propose d'employer une des grandes tours en usage antérieurement à préparer les solutions au sulfite, comme tour d'arrosage pour nettoyer et refroidir les gaz avant leur entrée dans les tours d'absorption. D'autres détails en rapport avec la nouvelle installation n'ont pu être obtenus.

---

[1] Pour une description complète voir "Acid Making from Pyrrhotite" par Ernst A. Sjostedt, Jour. Can. Min. Inst. Vol. VII.

APPENDICE I.

SOCIETES INTERESSEES DANS LES PYRITES DU CANADA.

TABLEAU XXII.

Sociétés canadiennes exploitant et expédiant des Pyrites en 1912.

Québec

1. Eustis Mining Co., Mine à Eustis, Québec. Bureau principal, Box 1422, Boston, Mass.

2. East Canada Mining & Smelting Co., Mines à Weedon, Québec. Président Charles E. Force, 49 Wall St. New York.

Ontario

3. Nichols Chemical Co., Mines à Sulphide, Ontario, Canadian Office, 222 St. Jacques, Montreal, Qué.

4. Ontario Sulphur Mines, Ltée., Mines près de Sulphide, Ontario. Directeur, B.A.C. Vraig, National Club, Toronto.[1]

5. Canadian Sulphur Co. Ltée., Mine près de Queensboro, Ontario. Directeur A. B. Willmott, 404 Lumsden Building, Toronto, Ontario.

6. Northern Pyrites Co., Mines près de Graham, Ont. Bureau principal 25 Broad St. New York.

7. Lake Superior Corporation, Helen Mine à 15 milles de Michipicoten port sur le lac Supérieur. Directeur des mines, R. W. Seelye, Sault Ste. Marie, Ontario.

TABLEAU XXIII.

Sociétés canadiennes fabriquant de l'acide sulfurique.

1. Dominion Iron & Steel Co. Ltée., Sydney, Cap Breton.

2. Nichols Chemical Co. Bureau 222 St. Jaques, Montréal: Usines à Capelton, Québec, Sulphide, Ont., Barnet Bay, Colombie Anglaise.

3. Grasselli Chemical Co. Bureau principal, Cleveland, Ohio. Usines à Hamilton, Ontario, en construction.

4. Lake Superior Corporation, Sault Ste. Marie, Ontario.[2]

5. Victoria Chemical Co. Ltée. Victoria, Colombie Anglaise.

---

[1] Mine fermée vers la fin de l'année 1911.

[2] Usine en construction.

TABLEAU XXIV

Sociétes des Etats-Unis limitrophes du Canada, faisant usage de brûleurs à pyrites.

[illegible]	Adresse. Rue.	Ville.	[illegible]	Produits. A. Acide seulement. [illegible] chim. F. Fertilisateurs.	Situation des Usines	Port d'entrée.
[illegible]	Stock Yards,	Chicago,	Illinois.	A.F.	Chicago. New York. (several in southern [illegible])	Chicago New York
[illegible] Chemical Co.,	[illegible]	New York,	New York.	A.F.C.	Buffalo, Cleveland, Detroit, Atlantic Coast points.	Buffalo, Cleveland, Detroit
American Alkali and [illegible] Co.		Bradford,	Pennsylvania	A.C.	Bradford, Penn	Buffalo
Buffalo [illegible]		Buffalo,	New York.	A	Buffalo.	Buffalo
[illegible]		Buffalo,	New York.	A.C.	Buffalo.	Buffalo.
[illegible]		[illegible]	Mass.	A.C.	Everett, Mass.	Charlestown, Mass
Detroit [illegible] Chemical Works		[illegible]	Mich	A.C.F.	Detroit.	Detroit
E. I. du Pont de Nemours Powder Co.,	815 Du pont Bld.	Wilmington,	Deleware	[illegible] Poudres.	Barksdale, Wis	Washburn, Wis

General Chemical Co.,	25 Broad St.,	New Y[illegible]	New York	A.C.I	Chicago, Ill.; Cleveland, Ohio; Buffalo, N. Y., Pittsburg, Pa., Camden, N. J.	Chicago, Cleveland, Erie, Buffalo, Camden, N. J.
Grasselli Chemical Co.,	784 Euclid Arcade,	Cleveland,	Ohio	A.C.I	Chicago, Ill.; Cleveland, Ohio	Chicago, Cleveland
Lar[illegible]ical Co.		Cincinnati,	O.	A.C.I	Cincinnati, Ohio; Sandusky, Ohio	Cleveland, Sandusk Buffalo
[illegible],	11 Broadway [illegible] St., Metro[illegible] Building,	New York	New York.	A.C	Erie, Pa	Erie
[illegible]al	P.C[illegible]	Newark,	New Jersey	A.	Newark, N.J.	Newark, N.J
[illegible]	Broad,	Boston,	Mass	A.C	South Wilmington, Mass.	Charlestown, Mass
[illegible]		Naugatuck,	Conn	A	Naugatuck, [illegible]	
New [illegible]	55 Wall St.,	New York,	N.Y	A		
[illegible] Co.,		Chicago,	New York	Sulphite	Hinckley, N.Y.	Oswego, N.Y
[illegible]		Warren,	Penn	A	Warren, Penn.	Erie, Pen; Buffalo, N.Y
[illegible] Chemi[illegible]		Columbus,	Ohio	A	Columbus.	Erie, Buffalo
[illegible] Oil Co.,	26 Broadway,	New York,	N.Y	A	Chicago, Bergenport, N.J.	[illegible] Bergenport, N.J
[illegible] and Co[illegible]any,	Fertilizer Department,	Chicago	Ill	A.I	Chicago, Cleveland.	Chicago, Cleveland, Buffalo

APPENDICE II.

TYPE DE FOURS EMPLOYES POUR BRULER LE SOUFRE.

Une des premières méthodes en vogue pour produire du SO_2 pour la fabrication de l'acide sulfurique consistait à placer du soufre dans un vase en fer et à l'enflammer. Ce vase est alors introduit dans une chambre de plomb étanche à l'air et rempli d'air humide. La combustion du soufre se continuait jusqu'à ce que tout l'oxygène de cet air fut absorbé. Après avoir attendu assez longtemps pour permettre l'absorption par l'eau des vapeurs produites dans la chambre on ouvre les portes, de l'air frais est admis et on introduit une nouvelle quantité de soufre en combustion; ce procédé se répétait ainsi de suite. Naturellement cette méthode intermittente de provoquer l'oxydation du soufre était lente et dispendieuse et la quantité d'acide ainsi préparée était petite et coûteuse.

On a essayé ensuite de bruler le soufre dans l'air dans des vases à l'extérieur de la chambre à acide et à fabriquer l'acide d'une manière continue.

Il existe beaucoup de types de fours de cette catégorie. Jusque dans les dernières années le type de four plat ou à panne dans ses formes variées, a été le plus employé. Beaucoup de ces fours sont encore en usage dans les usines à acide, dans quelques moulins au sulfite et dans d'autres usines industrielles. La nécessité d'avoir un gaz très riche pour la fabrication de la pâte au sulfite et le désir d'obvier aux nombreux défauts de fours plats ont conduits au développement de plusieurs types de fours mécaniques d'un rendement plus grand que ceux de l'ancien type. Ces fours mécaniques sont largement employés dans les moulins au sulfite et autres industries et paraissent devoir remplacer les anciens types mêmes dans les usines de produits chimiques où on se sert du soufre.

Il existe un grand nombre de différentes sortes de fours plats en usage. Le lecteur qui s'intéresse aux détails de leur construction et de leur manipulation, fait mieux de consulter un des ouvrages techniques sur ce sujet.[1]

On n'a pas voulu republier les descriptions détaillées des différentes sortes de fours plats, la description donnée dans ce rapport s'applique plutôt au type de four qu'à un four industriel.

Les fours mécaniques en usage dans les moulins américains sont décrits plus complètement parce que ce type de fours deviendra d'un usage général et qu'il n'est pas si facile d'obtenir des descriptions de ce type.

---

[1] Lunge, Sulphuric Acid and Alkalis, 3ème édition, Vol. I, Part. I, pp. 268-286.
Hoffmann-Papier Fabrikation, 2ème édition, Vol. II, pp. 1454-1462.
Papier Zeitung, 1894, 1895 et autres.

Fours plats ou à marmite.—La forme la plus simple d'un four à marmite consiste en un vase de fonte à fond plat, recouvert d'une voûte en fonte ou en briques pour former chambre. Les marmite varient en grandeur-profondeur 3″-7″, largeur 3′–4′, longueur 6′–8′. Le fond repose sur des pieds en fonte ou sur des colonnes en briques ou sur des murs. Il est ordinairement légèrement concave ou incliné de façon à recueillir le soufre fondu dans un bassin près de l'avant. Pour faciliter l'enlèvement des cendres et simplifier le chargement du four, le profil de la marmite est souvent réduit

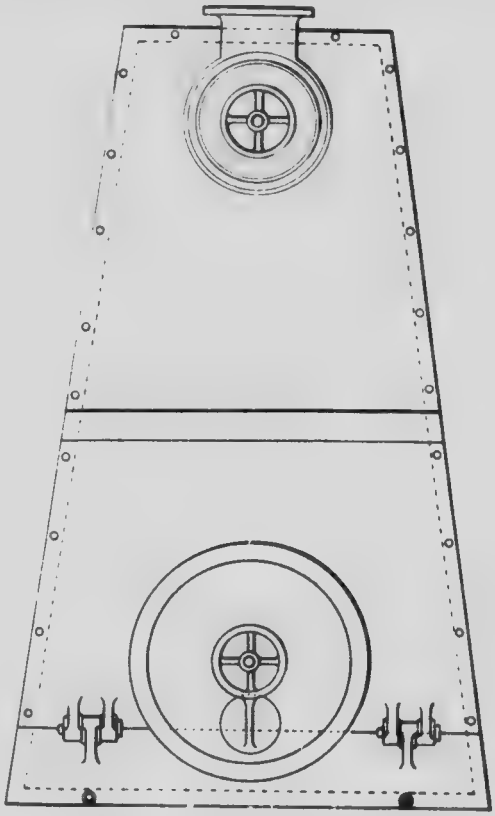


FIG. 26. Plan d'un brûleur à marmite Kellner pour brûler le soufre (Hoffmann)

à un bord simplement de 2″ de haut au moins. A un bout de la chambre se trouve ordinairement une porte et l'autre bout est relié à la conduite qui amène les produits de la combustion à l'endroit de leur emploi. La porte qui recouvre toute la section transversale du four, est suspendue en haut. Pendant le chargement elle est relevée, le soufre est étendue uniformement en avant de la panne et la porte est fermée ensuite. L'air entre par en avant en gardant les bords de la porte légèrement soulevés par des vis à main placés à cet effet.

Pour oxyder le soufre dans un four de ce type on commence à faire un petit feu de copeaux de bois en avant du four pour chauffer la panne et les briques. Si le four est assez chaud pour fondre le soufre, le feu est enlevé et le soufre y est projeté et allumé. La chaleur produite par la combustion fait fondre le soufre qui s'étend sur les 2-3 de la partie antérieure de la panne. Au fur et à mesure que le soufre brule, il faut ajouter de nouvelles quantités de temps en temps.

Il est facile de voir que le chargement intermittent du soufre, en ouvrant les portes sur toutes la largeur du four, permet l'entrée subite d'une grande quantité d'air froid dans le four. Cet air non seulement refroidit le four et les gaz temporairement, mais dilue encore les produits de la combustion et rend l'opération du four irrégulière.

Où on emploie plusieurs fours, ouvrant dans une conduite commune, le dérangement produit par l'ouverture des portes de chargement peut être réduit de beaucoup en chargeant les fours d'une manière régulière à des ntervalles fixes.

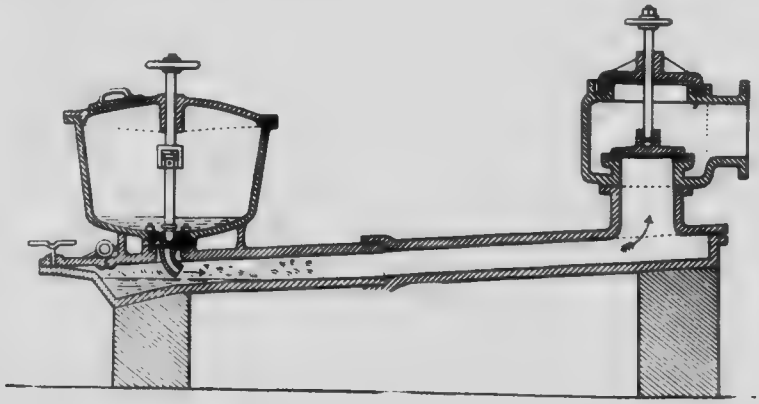
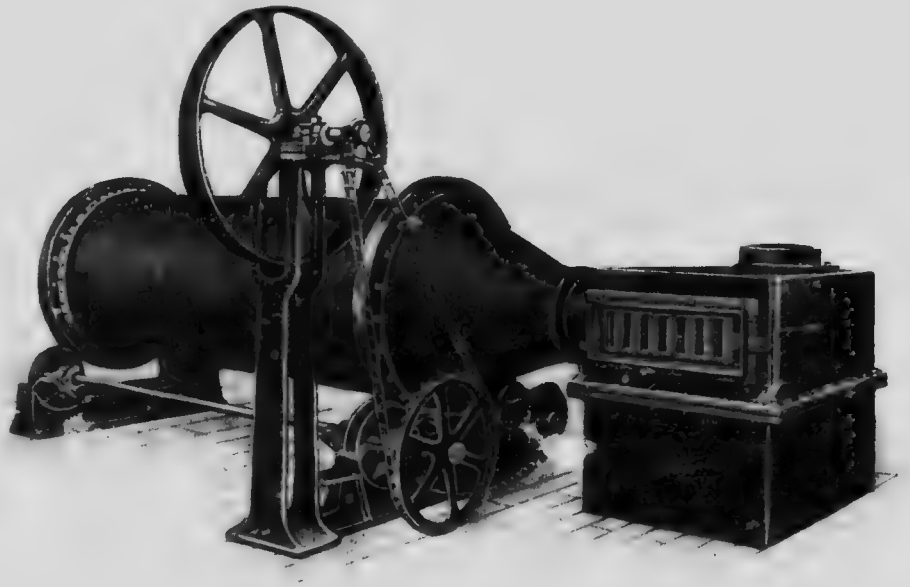


Fig. 27. Coupe du brûleur à marmite Kellner pour bruler le soufre Hofman .

D'après Lunge ces fours ont une capacité d'environ une livre de soufre par pied carré par heure.

Il existe beaucoup de variétés de ce type de four. Beaucoup de bruleurs en forme de bassin sont plus larges en avant qu'en arrière. Quelques uns ont des appareils spéciaux pour retenir ou utiliser la chaleur, surtout les bruleurs plats qui sont destinés aux usines de produits chimiques. D'autres ont un système de refrigérant à eau pour reduire à un minimum la volatilisation du soufre et aider accidentellement au refroidissement des gaz nécessaire dans la fabrication des solutions de l'industrie de la pâte au sulfite.

Une des modifications les plus importantes de ce type de bruleur est l'emploi d'une partie de la chaleur de combustion pour fondre le soufre à charger, qui peut alors être introduit sous forme de liquide sans ouvrir les portes et sans déranger le tirage.



Four rotatif pour brûler le soufre, de Tromtke et Paull.

Les dessins ci-joints (fig. 26 et 27) montrent en plan et en coupe une forme de bruleur à soufre à marmite. Dans ce type la marmite est incliné vers l'avant et muni d'une citerne pour retenir le soufre brulé. Le fond du four sert de chambre de combustion . Ce bruleur porte à l'avant du four une trémie de chargement en fonte. Le soufre est jeté à la pelle dans la trémie par une ouverture en haut. La chaleur rayonnante ou venant de la partie antérieure en fonte du bruleur pour fondre le soufre au fond de la trémie. Le soufre fondu coule alors dans le bruleur par un tuyau à cet usage. Le courant de soufre fondu est reglé par une valve placée à la base du tuyau. La porte du four peut être soulevée pour enlever les cendres. Elles porte des verrins dont le pas engrène avec le bord inférieur du bassin. En fixant les verrins la porte peut servir comme soupape pour l'admission de la quantité d'air nécessaire à la combustion. L'arrière de ce four est muni d'une chambre spéciale avec valve en fonte pour régler le courant des gaz des bruleurs.

Bruleur rotatif à soufre Tromblee et Paull.[1]—Le bruleur rotatif Tromblee et Paull se compose essentiellement d'un corps cylindrique en acier qui peut tourner autour d'un axe horizontal. Ce cylindre est muni de têtes en fonte en forme de cône tronqué. Une de ces têtes a une porte de charge ment, des trous de tirage et une soupape, l'autre conduit à une chanbre de combustion (Planche XXV.)

La carcasse du bruleur est en acier à rebord (rivé et soudé) et a un diamètre de 36″ et une largeur de 8′. Les têtes coniques sont en fonte. Les bords des têtes servent comme rails auxiliaires sur lesquels le cylindre se meut quand il tourne. Les bords sur deux paires de rouleaux en fonte fixée sur une fondation en fonte. Les rouleaux tournent à l'aide d'un engrenage mû par une chaine.

La porte du bout libre du bruleur est à coulisse et munie d'une soupape rotative par laquelle l'air entrent dans le four peut être reglé.

La chambre de combustion consiste en une boite en fonte de 30″ de large, 44″ de haut et 48″ de long. Le col de la tête arrière du bruleur passe dans le côté de cette chambre. Sur un côté se trouve une soupape secondaire pour l'admission de l'air dams la chambre de combustion. Au bout il y a une porte pour le nettoyage de la chambre.

La connexion des tuyaux pour l'échappement des gaz est placée en arrière vers le haut de la chambre. En marche le soufre est chargé par la porte en avant de l'appareil. Pendant que le bruleur tourne, le soufre y coule en enduisant tout l'intérieur. Toute la surface intérieure du bruleur est donc revêtue avec du soufre en combustion. Par un réglage convenable des soupapes on peut obtenir une combustion complète. D'après les fabricants le temps nécessaire actuellement pour le chargement d'un simple bruleur pour 24 heures est d'environ 45 minutes. La vitesse de rotation est de 12 tours environ à la minute; et la force motrice exige de ¼ H.P.; la surface du plancher est 7′ x 16′.

[1] Construit par The Glen Falls Machine Works, Glen Falls, New York.

La capacité du bruleur est de 6,000 à 7,000 livres de soufre par 24 heures. Le prix approximatif est de $700 chacun à Glen Falls, New York.[1] La forme plus récente du bruleur est munie maintenant d'un chargeur automatique disposé de façon qu'il n'est plus nécessaire d'ouvrir la porte du four pour le chargement. C'est tout simplement une trémie placée en avant du four. Un tuyeau conduit du fond de la trémie au centre de la porte du four. Le soufre jeté à la pelle dans la trémie est forcé dans le tuyau et de là dans le four par un appareil spéciale.

Dans une usine visitée par l'auteur, il a trouvé les fours Tromblee-Paull munis d'un chargeur automatique de dessin local. Une trémie de chargement en feuilles d'acier est placée juste au-dessus du four de manière que la chaleur du four fond le soufre dans le fond de la trémie. Le soufre fondu passe ensuite par un tuyau de 2″ au centre de la porte de chargement et de là dans le four. Une soupape placée dans le tuyau près de la trémie permet a l'ouvrier de controler le courant de gaz.

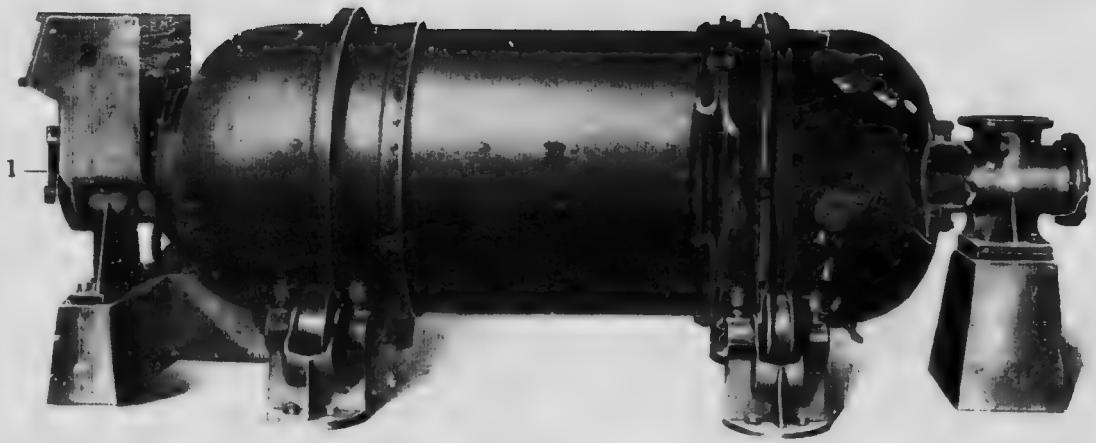
L'avantage du chargement automatique n'est pas seulement de gagner du temps mais encore de maintenir le four continuellement en marche dans des conditions uniformes. L'ouverture intermittent des portes pour le chargement du four permet temporairement l'entrée d'un excès d'air et change la composition des gaz produits.

Dans une autre usine qui avait 2 de ces fours, on a construit des chambres de combustion spéciales, qui ont une plus grande capacité que la chambre type. Les chambres étaient dos à dos en arrière des bruleurs. Chaque chambre consistait en une carcasse cylindrique de plaques de chaudières et revêtue de briques refractaires. Le cylindre a 48″ de diamètre, sa longueur totale est de 24′, chaque chambre ayant 12′ de long. Le revêtement en briques refractaires est de 6″ d'épaisseur, de sorte qu'il reste comme surface libre 36″. Dans chaque chambre se trouvent 2 rangées de briques refractaires en échiquier, pour assurer un mélange parfait du gaz. L'air entre dans la chambre avec les gaz du four par une grande ouverture, réglée par une soupape dans le tuyeau et reliant le four à la chambre de combustion. La température dans la chambre de combustion varie entre 1,200° et 1,600°F. Le gaz sort à environ 900°F.

Bruleur rotatif à soufre de Stebbins.[2]—Le bruleur rotatif à Soufre Stebbins consiste en un cylindre en acier, dont les bouts sont fermés par des plaques en acier concaves vers l'extérieur; le tout est monté sur des rouleaux de façon à ce que le cylindre peut tourner autour d'un axe horizontal. L'extrémité libre du four est faite de façon à permettre le chargement du soufre liquide dans le four et l'entrée d'une quantitée d'air reglée. L'extrémité opposée est munie d'orifices et de soupapes pour l'admission d'une quantité d'air auxiliaire, et de plaques en chicane pour assurer un mélange parfait de l'air, des gaz et des vapeurs provoquant ainsi la combustion.

[1] Sujet aux hausses et baisses du marché.

[2] Construit par la Stebbins Engineering and Manufacturing Co., Rooms 74-76, Smith Building, Watertown, N.Y.



Four Stebbins rotatif pour brûler le soufre.

La construction générale et la marche du four peuvent être comprises par la planche XXVI et les figures 28 et 29. Dans la planche XXVI "A" est un support en fonte fixe auquel est attaché une partie oscillante (1). Cette porte a des trous de tirage disposés en cercle et reglés par un registre rotatif. La trémie de chargement (2) est placée au-dessus du support en fonte A. Cette trémie a deux compartiments pour recevoir le soufre, les côtés de ce compartiment sont courbés intérieurement vers le haut. L'ouverture de la trémie est fermée par des portes glissoires. Le fond de la trémie est muni d'un glissoir ou plan incliné qui se prolonge jusque dans la partie antérieure du four (Fig. 28).

L'extrémité arrière du four est pourvue d'une paroi annulaire du même diamètre que le corps cylindrique. Cette paroi est muni d'une ouverture au centre, dont les parois sont recourbées vers l'intérieur comme le montre le dessin. (fig. 28). Une plaque en chicane transportable protège l'arrière de cette partie. Les parois de cette plaque sont ondulées vers l'extérieur pour former une embouchure concentrique, mais d'un diamètre moindre que celui de l'embouchure.

A côté de cette paroi se trouve une plaque annulaire (Pl. XXVI, 3) portant près de sa circonférence une série d'ouverture (6 ou plus, invisibles) La section du cylindre entre ces deux parois porte une série de tuyaux dirigés vers l'intérieur; la partie antérieure en est reglée par des soupapes. Une quantité d'air déterminée peut entrer par ces ouvertures dans la chambre formée par la paroi et la plaque. La chambre voisine formée de la plaque et la section de tête, est garnie également vers son extrémité d'une plaque annulaire communiquant avec l'extérieur. Le passage de l'air à travers ces orifices est reglé par des soupapes (Fig. 28). Le gaz de cette chambre est conduit dans la monture fixe (C, Pl. XXVI), dont la branche verticale est reliée a la conduite qui mène le gaz à l'endroit où on l'emploie. L'extrémité arrière de ce support porte une plaque avec des ouvertures de ventilations reglées pas soupapes.

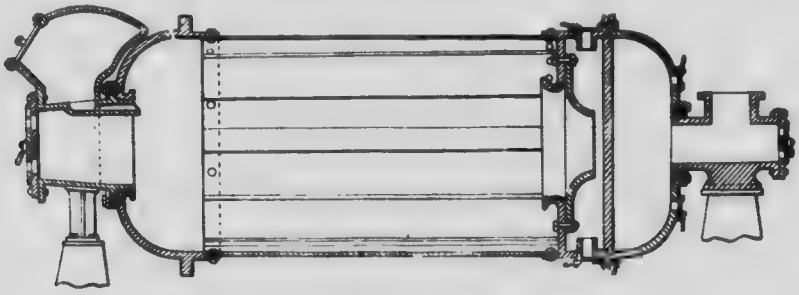


Fig. 28. Coupe longitudinale du brûleur Stabbins.

Le corps du bruleur (Pl. XXVI, B) consiste en une carcasse cylindrique en acier. Ce corps porte deux voies annulaires formées par les rebords des têtes. Ces voies reposent sur des rouleaux. A l'intérieur du cylindre se trouvent des saillies longitudinales ou baquets (vu en coupe en fig. 29) qui servent à enlever le soufre liquide du fond du bruleur et à le décharger dans le passage de l'air quand celui-ci va du bruleur vers la sortie.

Les têtes du cylindre engrènent avec les supports fixes A et C, Pl. XXVI par un arrangement convenable de rebords et anneaux ajustés de manière que le cylindre puisse tourner librement autour de son axe horizontal, pendant que les joints sont suffisamment étanches pour empêcher les gaz de s'échapper

La rotation du cylindre se fait par la rotation des rouleaux sur lesquels reposent les rebords du cylindre. La force motrice est transmise aux rouleaux par un arrangement convenable d'engrenages et d'arbres. Le four est mis en marche en plaçant du soufre dans la trémie et en l'allumant. Du moment que le soufre commence à fondre, il coule à travers le tuyau dans le cylindre. Si le four commence à s'échauffer par la combustion du soufre, la chaleur rayonnant à la trémie est suffisante pour maintenir l'approvisionnement liquide de façon à obtenir un chargement continu. Dès que le soufre s'enflamme, le pouvoir est transmis au four et le bruleur commence à tourner. Pendant que le cylindre tourne les baquets longitudinaux recueillent le soufre et le jettent dans le courant d'air venant des ou-

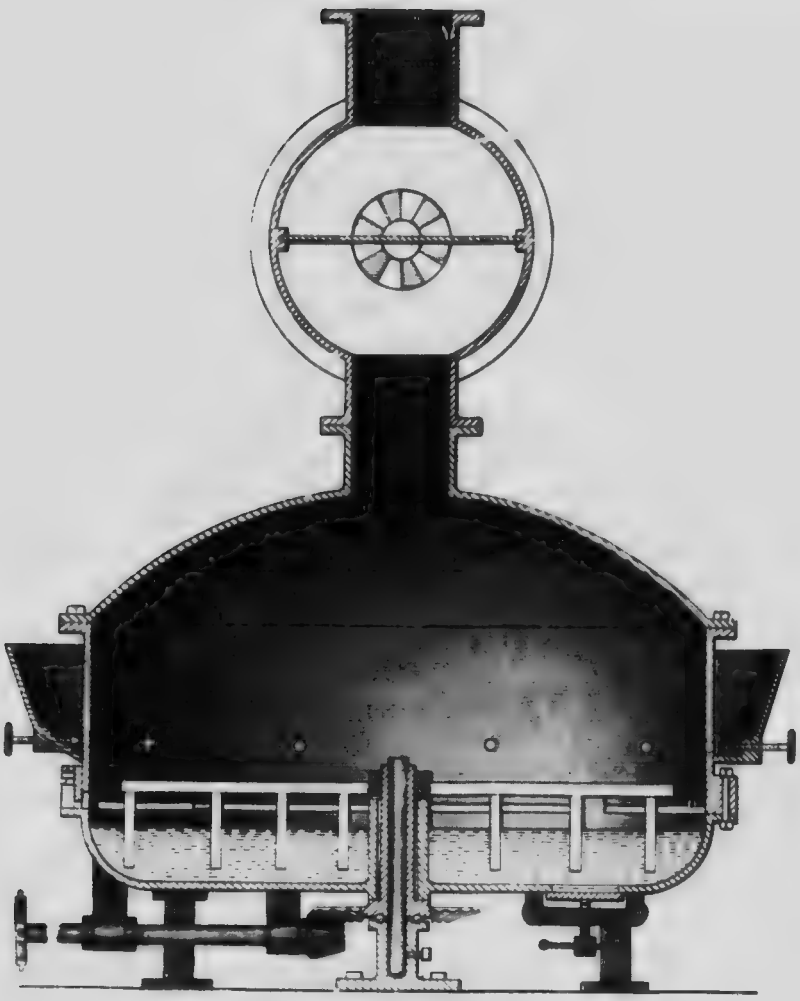
FIG. 29. Coupe transversale du brûleur Stebbins.

vertures de tirage de la porte. Les gaz passent par l'ouverture circulaire de la plaque dans la première chambre. Ici s'il faut une oxydation ultérieure on peut faire arriver de l'air en ouvrant les soupapes des tuyaux déchargeant dans cette chambre. Les gaz passent ensuite par les ouvertures de la paroi près de l'éxtrémité arrière de la chambre, où s'il le faut, on peut introduire de l'air par les soupapes annulaires du fond. Les gaz vont ensuite dans la monture fixe en T où on peut ajouter de nouveau de l'air si c'est nécessaire. Finalement les gaz sortent par la conduite vers l'endroit où on les utilisent.

Il faut noter que dans le four les chambres en arrière du cylindre servent comme chambre de combustion; on n'a pas besoin de chambre de combustion auxiliaire. Les fabriquants prétendent qu'on peut obtenir une combustion complète sans l'emploi d'entrée d'air et de soupapes d'air à la chambre en arrière du four. Ces ouvertures y sont tout de même, comme précaution en cas de necessité.

Bruleur de soufre Wise avec agitateurs.[1] Les principaux traits du bruleur Wise avec agitateurs sont les suivants.

[1] Fabriquée par The Raquette Foundry & Supply Co., Massena, N. Y
Brevet canadien No. 10,780
Brevet aux Etats Unis No. 835,926, nouvelle émission No. 12,921.



Four Wise rotatif pour brûler le soufre.

1. Un vase cylindrique en fonte pour recevoir le soufre liquide pendant la combustion.

2. Un bras rotatif avec rateaux qui agitent le soufre liquide augmentant la surface d'oxydation, et d'un autre coté provoquant une combustion plus rapide ou la volatilisation.

3. Une chambre de combustion placée au-dessus du vase et construite de façon à obtenir une combustion parfaite du soufre.

La construction générale du four est vue dans la planche [illegible] Pl. XXVII.

Pour la mise en marche du four une quantité suffisante de soufre est jetée par la porte frontale et allumée de la manière ordinaire. Dès que le soufre est fondu, l'agitateur est mis en mouvement et toutes les charges suivantes de soufre passent par des trémies de chargement. Une fois que le bruleur est en marche, la porte [illegible] reste constamment fermée pour empêcher l'entrée d'air froid.

Les trémies de chargement sont placées sur les cotés du récipient bruleur. La chaleur de rayonnement de la combustion du soufre dans le vase fait fondre le soufre des trémies. Le soufre liquide peut alors couler vers l'intérieur par des soupapes réglables. La quantité de la charge est fixée de façon que le soufre liquide reste constant dans la récipient.

Le soufre liquide est maintenu en mouvement par des agitateurs fixés sur un bras tournant. La force est transmise au bras par un arbre et un engrenage conique en-dessous du récipient. L'agitateur fait seulement 4 à 5 tours à la minute et la force nécessaire est environ de 1-8 H.P.

Des tuyaux de tirage controlés par des valves permettent l'entrée de l'air à la périphérie du récipient. Ce mode d'entrée d'air, où des volumes égaux d'air passent simultanément vers le centre de chaque coté, tend à rendre les conditions uniformes dans le récipient et à provoquer en même temps une combustion complète et uniforme du soufre.

Le récipient est recouvert d'un dôme en fonte à travers le sommet duquel passe une courte conduite pour aboutir à la chambre de combustion. Le courant de gaz [illegible] dans cette chambre est divisé en 10 courants égaux par une plaque horizontale en chicane ou une paroi entaillée placée en bas de la chambre. De même on y trouve des trous de tirage ou clefs, une à chaque extrémité de chaque entaille dans la plaque en chicane.

La quantité d'air admise est reglée à l'aide de valves. Cette admission auxiliaire d'air rend possible la combustion complète du soufre qui peut avoir été entrainé sous forme de vapeur du récipient.

Un bruleur simple de ce type demande 38½ pieds carrés d'espace, il a 19 pieds 6 pouces de haut et pèse à peu près 10,000 livres. Le bruleur type a une capacité de 12,000 livres de soufre par 24 heures. On construit aussi un four plus petit d'une capacité d'environ 6,000 livres. Le prix de vente[1] pour le bruleur de la première catégorie est approximativement de $1,100 livré aux usines.

[1] Sujet aux fluctuations ordinaires du marché.

APPENDICE III.

LA PYRRHOTINE COMME SOURCE DE SOUFRE.

Les pyrites magnétiques ou pyrrhotines contiennent, si elles sont pures, 39·6% de soufre.[1] Les pyrrhotines minées en contiendront moins; le soufre des minerais nickélifères de Sudbury descend à moins de 15%. Les minerais ne sont pas considérés comme source de soufre. L'opinion dominante de beaucoup de professionnels jusque dans les dernières années peut se résumer comme suit:

Une des erreurs les plus sérieuses faites dans la fabrication de l'acide des pyrites est d'essayer d'employer la pyrrhotine ou le monosulfure de fer au lieu de la pyrite ou bisulfure de fer. A part la grande diminution en soufre 36% au lieu de 53%, le monosulfure ne dégagera pas le soufre qu'il contient, mais s'encroûtera d'oxyde de fer, deviendra noir, et s'éteindra si on le traite dans un four à pyrite ordinaire. Il ne semble pas possible qu'on puisse construire de grandes usines pour la fabrication de l'acide sulfurique, qui tire leur minerai entièrement d'un dépôt de monosulfure sans valeur mais ces cas se sont rencontérs plus d'une fois, et continueront là où l'entreprise est conduite sans direction expérimentée.[2]

Le perfectionnement ultérieur des modifications du four McDougall pour minerais menus a tout de même atteint un tel degré, qu'on commence à reconnaitre qu'en l'absence d'autres minerais convenables, il peut être commercialement pratique d'employer des pyrrhotines comme source de soufre. Le gaz contenant environ 4% de SO_2 a été obtenu en grillant de la pyrrhotine dans un four Wedge sans addition de chaleur extérieure. Les meilleurs résultats pour tant qu'ils ont été publiés, semblent être ceux de Ernest A. Sjoestedt à Sault Ste. Marie, Ontario. L'extrait suivant pris presque mot à mot d'un rapport de Mr. Sjoestedt[3] publié sur ses expériences, est d'un intérêt plus que passager.

Mr. Sjoestedt devait récupérer le soufre et le fer des pyrrhotines à basse teneur de Sudbury, minerai contenant en moyenne 15 20% de soufre, 1 3% de nickel, 0·5% 2% de cuivre le restant étant du fer et de la gangue. A cause de la facilité avec laquelle la pyrrhotine se distingue de la chalcopyrite (jaune foncée) il a été possible de faire une séparation partielle à la mine, au broyeur, et sur les tables de classement à la sortie de la mine. On a obtenu deux qualités de minerai pouvant se traiter, l'un riche en cuivre et en gangue et pauvre en soufre destiné à la fusion ordinaire pour mattelet,

[1] D'après la formule Fe7S2. Voir page 13.

Peters, Modern Copper Smelting, 1901, pp. 168-9.

Sjoestedt Ernst "Acid Making from Pyrrhotite" Jour. Can. Min. Inst. Vol. VII 1904, pp. 480., Can. Min. Jour., Vol. XXIII, pp. 64-69, 1904.

l'autre pauvre en cuivre et gangue mais riche en soufre et nickel, destiné aux usines à acide. Cette dernière catégorie a ordinairement en moyenne 28% de soufre, 3% de nickel 0·5% de cuivre et 50% de fer.

Le soufre de ce minerai devait être récupéré sous forme de SO_2 en grillant la pyrrhotine dans un four fermé. Après nettoyage et refroidissement le gaz servait aux usages suivants:

1. A la fabrication d'une liqueur au bisulfite pour le moulin de pâte au sulfite.

2. La fabrication d'un liquide d'anhydride sulfureux, destiné à servir comme réserve pour le moulin à sulfite, au cas d'un arrêt ou d'une interruption de l'usine à griller, ou s'il fallait pour le moulin plus de gaz ou un gaz plus riche que celui venant des fours en marche, il servait aussi comme produit commercial pour être vendu aux usines avec appareils frigorifiques, à la fabrication de la glace, aux raffineries de sucre aux usines de blanchissage, comme désinfectant, etc.

3. A la fabrication de l'acide sulfurique à 50°B, 66°B et 98°B de concentration, pour le marché général.

Un nombre d'essais différents ont été faits dans des fours à puits et à réverbération et plus tard dans des fours cylindriques à griller mécaniquement. A la fin est venu le type de four, nommé four Sjoestedt dans ce rapport[1]. Après une série d'expériences heureuses, on a construit une usine de 4 batteries de four 16 unités pouvant traiter 40 tonnes de minerai par jour. Après on a construit plusieurs usines de moindre importance. L'une d'elles était plutôt une usine de préparation, consistant en un broyeur à machoires de 28″ x 15″, 2 rouleaux de 36″ et un tamiseur tournant à mailles No. 16, et pouvant pulvériser environ 80 tonnes de minerai par 10 heures. 2 générateurs de gaz à l'eau Dellwick-Fleischer No. 4 produisaient chacun 200,000 pieds cubes de gaz à l'eau par heure, ou environ 800,000 pieds cubes par jour. L'installation électrique pour donner le pouvoir nécessaire consistait en 3 moteurs électriques de 95 H.P.

On employait d'abord le gaz à l'eau comme combustible auxiliaire, mais en perfectionnant graduellement les détails des fours et avec l'expérience acquise on réussissait finalement à les faire marcher sans gaz. Depuis on a grillé la pyrrhotine sans aucun combustible étranger (même si le soufre du minerai était en moyenne seulement 20 25%, on produisait un gaz d'une concentration suffisante (6 10% de soufre) pour fabriquer la liqueur au bisulfite et du SO_2 liquide; en permettant l'entrée d'une assez grande quantité d'air on obtenait un minerai bien grillé, avec seulement 0·20 0·75% de soufre, et un gaz pauvre, mais la teneur en soufre était de 1·3% si le gaz était plus riche.

La valeur d'un gaz de 6 10% de SO_2 provenant de la pyrrhotine sera appréciée si on remarque que le maximum théorique est 12·78%, en admettant que l'air contient 21% d'oxygène en volume. Le tableau ci-joint a été fait d'après les chiffres obtenus d'un essai de 2 semaines au mois de février 1904.

[1] Voir Chapitre V, p. 127.

TABLEAU XXV.

	a	b	c	d	e	Moyenne
Insolubles	24·74	29·20	24·95	21·03	16·10	22·50
Soufre	26·30	23·81	24·67	27·00	29·90	24·46

TABLEAU XXVI

Résultats du grillage (Moyennes des essais faits chaque heure).

Février	11–12	13–14	15–16	17–18	19–20	21–22	23–24
Concentration du gaz, % en SO_2	8·60	8·30	7·90	7·90	7·40	7·60	7.70
Menus grillés % en soufre	1·66	1·86	2·04	2·54	1·78	0·95	1·86

On comparant ultérieurement les prix relatifs du soufre brut et du soufre récupéré de la pyrrhotine Mr. Sjoestedt a ajouté les chiffres suivants:

A cette quantité nous ajoutons l'usure de l'usine (soit 14 cents par jour) le prix du minerai brut (soit $5.00 par tonne), le prix du briquettage des fins (75 cents par tonne) et soustrayons alors la valeur du minerai ferro-nickel briquetté (que nous admettons valoir le minerai non grillé, ou $5.00 la tonne) pous obtenons ainsi un total de $2.75 comme prix de 914 livres de SO_2, égalant $6.00 par tonne de gaz SO_2 recupéré, ce qui correspond à $11 par tonne nette, ou $13.44 par grosse tonne de soufre."

On n'employait d'abord aucun autre produit brut que la pyrrhotine pour fabriquer l'acide, ensuite des pyrites pouvant être obtenues on s'en servait de temps en temps quand on traitait des pyrrhotines à basse teneur, ou s'il fallait un escès de gaz. Jusqu'au temps de cette publication 10,000 tonnes de pyrrhotines et 3,000 tonnes de pyrites ont été grillées dans les fours de Mr. Sjoestedt à Sault Ste. Marie.[1]

[1] Le rapport de Mr. Sjoestedt sur la préparation de la liqueur au bisulfite provenant du gaz produit en grillant de la pyrrhotine est donné à la page 163.

APPENDICE IV.

LE PROCÉDÉ PAR CONTACT POUR LA FABRICATION DE L'ACIDE SULFURIQUE.[1]

Extrait du "Twelth Census of the U. S." 1910, Vol. X, Part. IV, pp. 533-537.

1. Historique.—La production de l'acide sulfurique est d'une très grande importance, elle est non seulement la base de l'industrie de chimie inorganique par la voie humide, et en usage dans beaucoup d'autres industries, mais plus tard l'acide sulfurique sera un des facteurs les plus importants dans l'industrie de la teinturerie organique, surtout dans la fabrication des couleurs à l'alizarine et de l'indigo synthétique. Le procédé par contact a produit une révolution complète dans les méthodes de fabrication de l'acide sulfurique. Une description de son développement historique et de son état actuel sera donc d'un grand intérêt. On peut diviser le développement historique en 4 périodes:

Première période: En 1831 Phillipps a découvert l'action catalytique du platine pour accélérer la combinaison de SO_2 et pour fabriquer SO_3.

Deuxième période: Wohler et Mahla ont montré en 1852 qu'à coté du platine, beaucoup d'autres corps possèdent des propriétés catalytiques, ils sont expliqué les caractères et le cours des réactions.

Troisième période: Winkler employait des mélanges de gaz bien définis pour produire l'anhydride sulfurique: on croyait alors ne produire de cette manière qu'un gaz de bonne qualité.

Quatrième période: la présente, est connue par l'emploi heureux des gaz venant directement des fours.

Les recherches de la troisième période étaient dirigées surtout en vue de la fabrication de l'acide sulfurique fumant qui était alors très couteux, tandis que celles de la première et deuxième période avaient le même but qu'à présent, c'est-à-dire le remplacement du procédé en chambre par des méthodes plus perfectionnées.

L'action catalytique du Platine a été découverte par Humphrey Davy en janvier 1818. Il a démontré qu'un fil de platine chauffé et introduit dans un mélange d'oxygène (ou d'air) d'hydrogène, d'oxyde de carbone, d'éthylène ou de cyanogène devient incandescant et que le mélange de gaz s'oxyde graduellement, et parfois même rapidement.

En 1820, Edmond Davy a découvert que du platine finement divisé, devient s'il est humifié par de l'alcool et est exposé à l'air, incandescant et l'alcool s'enflamme.

En 1822 Doevereimwer a trouvé que le platine finement divisé, obtenu

[1] R. Knietsch, Ber. d. d. Gesel. 1901, p. 4069

en chauffant du chlorure de platine ammoniacal, agit de la même façon et en 1824 que ce platine peut enflammer un courant d'hydrogène, si on le fait venir en contact en présence de l'air. Mil a fait usage de sa découverte dans sa célèbre "machine éclairante".

L'honneur d'avoir pour la première fois employé l'action catalytique, pour la préparation de l'anhydride, revient à Pergrine Philipps de Bristol, Angleterre qui a fait breveté sa découverte en 1831. En 1832 Doevereimer et Magnus ont confirmé chacun de son coté les observations de Philipps. Quoique cette découverte ait attiré beaucoup d'attention, aucun usage pratique n'en est résulté que jusqu'en 1848. Schneider exposa alors un modèle d'un appareil qui produisait de l'acide sulfurique par l'action de contact d'une pierre ponce spécialement préparée. Cette découverte a été présentée avec beaucoup de bruit, mais n'a pas pu donner de résultats, quoiqu'on en prédit confidentiellement les meilleurs résultats. La même chose peut se dire de la méthode Richard Laming, qui se servait aussi comme masse de contact d'une sorte de ponce, préparée en la faisant bouillir dans de l'acide sulfurique concentré, la lavant ensuite à l'eau ammoniacale la séchant et l'imprégnant d'environ 1% de bioxyde de manganèse. Il chauffait à la fin la masse dans une cornue jusqu'à 699 degrés et la laissant se refroidir sans la mettre en contact avec l'air. Ici nous voyons pour la première fois l'emploi d'une autre substance de contact qui pareille au platine peut exister à de nombreux dégrés d'oxydation, à savoir le manganèse.

Le brevet anglais de Jullien, pris en 1846, est surtout digne d'être signalé dans celui-ci on se sert pour la première fois, d'amiante mélangé à du platine comme masse de contact. En 1849 Blondeau faisait passer un courant d'un mélange de SO_2 de vapeur, et d'air à travers un tube chauffé fortement et rempli de sable ferrugineux et argileux: il a obtenu de l'acide sulfurique. En 1852 Wohler et Mahla ont trouvé que les oxydes de fer, de cuivre et de chrome agissent aussi comme agents catalytiques sur un mélange de SO_2 et un mélange d'oxydes ferriques et cuivriques est surtout efficace. Ces promoteurs ont donné en outre une application exacte de la réaction catalytique; ils ont trouvé que l'oxyde cuivrique et ferrique chauffé dans un courant de SO_2, libre d'oxygène, est réduit en oxydes cuivreux et ferreux avec formation simultané d'acide sulfurique, qui tout de même cesse de se produire dès que la réduction des oxydes est complète. D'un autre coté l'oxyde chromique dans les mêmes conditions reste inaltéré, et il ne se produisait pas de l'acide sulfurique, tandis que le cuivre métallique sous forme spongieuse, ne réagit pas sur un mélange de 2 volumes de SO_2 et de 1 volume d'oxygène à la température ordinaire, mais il se forme en chauffant d'abord de l'oxyde cuivrique et ensuite de l'acide sulfurique.

Ils appellent également l'attention sur le fait que la combinaison de SO_2 et O peut se faire en absence d'eau.

C'est sur ces découvertes importantes que sont basées les recherches ultérieures de Lunge et d'autres savants de l'action catalytique sur les

cendres de pyrites, pour fabriquer SO_3. On a recommandé même le quartz pour cet effet, de même que l'amiante platine, la ponce platine, et même l'argile platine.

En 1854 Hundt faisait passer le gaz chaud du four à travers une conduite remplie de fragments de quartz et chauffée par le gaz, croyant transformer la plus grande partie de SO_2 en acide sulfurique avec traitement ultérieur des résidus. L'œuvre de Schmersahl et Bouk, en 1835, suivait les mêmes lignes que la méthode d'Henri Deacon, qui a été brevetée en 1871 et peut être considérée comme finissant la 2de partie. Jusqu'ici tous les essais pour remplacer le procédé en chambre n'ont pas seulement réussi, mais on n'a pu trouver aucune autre méthode pratique pour fabriquer de l'acide sulfurique fumant. En 1875 Clémence Winkler a publié ses recherches célèbres sur la formation de l'anhydride sulfurique, pour lesquels la chimie industrielle lui doit une grande reconnaissance, comme point de départ de méthodes pleines de succès pour la fabrication de l'acide sulfurique fumant, qui comme il devenait meilleur marché, a trouvé beaucoup de nouveaux emplois.

Winkler a tiré comme conclusions de ces expériences que SO_2 et l'oxygène devraient être présent toujours dans la proportion moléculaire de 2:1, le moindre excès de l'un des gaz ayant une influence nuisible sur l'action complète des réactions, il a obtenu la proportion voulue en décomposant simplement l'acide sulfurique hydraté en H_2O, SO_2 et O en enlevant l'eau et en recombinant SO_2 et O avec l'aide de substances de contact appropriées, il a perfectionné de beaucoup la préparation de cette dernière en utilisant l'action réductrice de l'acide formique. Tous les ouvrages suivants de cette partie continuaient à suivre les chemins tracés par Winkler, pendant qu'on a fait peu de progrès pour remplacer les chambres de plomb, la fabrication de l'H_2SO_4 fumant s'est développée grandement.

II. *Procédé de Knietsch. Purification des gaz.*—Ce procédé a été entrepris par la Badische Anilin und Soda Fabrik pour voir si la transformation complète de SO_2 d'un gaz de four à griller pouvait se faire aussi bien pratiquement qu'elle était possible en théorie. On sait bien que les gaz de sortie du procédé en chambre renferment encore 6% en volume d'oxygène, et que le gaz du four employé dans le procédé par contact a la même teneur. Donc il était difficile à comprendre pourquoi dans le dernier procédé les produits n'étaient pas plus proches que dans le premier.

Les expériences ont montré qu'en employant du SO_2 pur, le produit se raprochait du produit théorique, même en présence d'un grand excès d'oxygène, ce qui était en opposition avec les vues de Winkler.

Quand on se servait du gaz du four dans les expériences de laboratoire on a trouvé que, refroidi avec soin, lavé avec l'acide sulfurique et nettoyé complètement avant d'entrer dans le tube catalyseur, les résultats étaient plus satisfaisants: on n'a pas pu observer aucune diminution dans le rendement de la masse de contact, même après plusieurs jours d'emploi. On a donc supposé le problème résolu et on a pris des arrangements pour élaborer le procédé sur une échelle industrielle.

Mais on a tout de même vite trouvé qu'en pratique la masse de contact perd graduellement de son rendement, malgré tous les soins qu'on prenne pour refroidir et purifier les gaz. Des recherches étendues de laboratoire ont été faites pour déterminer la cause de cette diminution de rendement: à la fin on a découvert qu'il y avait des corps qui en présence dans le gaz, même en petites quantités, nuisent beaucoup aux propriétés catalytiques de platine. De toutes ces substances trouvées dans le gaz, l'arsénic est le plus nuisible, vient ensuite le mercure, l'antimoine, le bismuth, le plomb, le fer, le zinc etc., ils sont nuisibles pour autant qu'ils recouvrent la masse de contact.

On a trouvé que dès que la fumée blanche de l'acide sulfurique qui était dans le gaz, contenait de l'arsénic, il fallait l'enlever tout à fait, quoique ceci ait été toujours considéré comme impossible. A la fin on est arrivé malgré d'énormes dépenses, en temps, en travail et en argent, de sorte qu'après beaucoup de lavages et filtrations, les gaz ont été obtenus dans des conditions absolument libres de toutes impuretés (D.R.P. 113,933, 22 juillet 1898).

On a trouvé que le refroidissement lent du gaz était absolument nécessaire comme préliminaire à sa purification. Il est certain, quoiqu'on en connaisse pas très bien la cause, que l'enlèvement de la fumée blanche est rendue beaucoup plus difficile si le gaz est refroidi rapidement.

Pour refroidir lentement le gaz on a fait usage d'un système de tubes en fer, on a cru que comme l'acide sulfurique du gaz était très concentré toute action sur le métal n'affectera que SO_2. On a trouvé que quoique la masse de contact reste active pendant une période beaucoup plus longue, elle perd encore graduellement ces propriétés, malgré tous les soins qu'on prenne pour nettoyer le gaz. La cause en a été reconnue comme étant un gaz contenant de l'arsénic probablement de l'hydrogène arsénieux produit par l'action de l'acide sur le fer, par laquelle l'hydrogène se dégage quoique la formation de cet acide ait été reconnue impossible dans de telles conditions. Dès que l'appareil refrigérant était disposé de façon qu'aucun acide n'attaqua le fer ces dérangements cessaient complètement.

Une dernière difficulté venait de la formation fortuite d'une faible fumée de soufre non brulé contenant de l'arsénic. Le remède était un mélange parfait des gaz chauds, assurant ainsi une combustion complète: ce mélange se faisait à l'aide de la vapeur, qui avait encore l'avantage de diluer l'acide sulfurique fort contenu dans le gaz, de façon à ce qu'il ne se condense pas dans les tuyaux en fer de la première partie du réfrigérant, et ne les attaque pas. En se condensant dans les tuyaux en plomb du reste de l'appareil, l'acide était trop faible pour attaquer le plomb. La vapeur empêchait également la formation d'une croûte dure de poussière, qui tend à obstruer les tuyaux.

III. *Refroidissement des gaz.*—L'opération suivante de quelque importance dans la bonne marche du procédé de contact est l'utilisation effective et économique de la chaleur développée par la réaction qui est exorthemique.

$SO_2 + O = SO_3 + 22{,}600$ calories.

Lunge a suggéré d'employer cette chaleur, mais seulement dans le cas de l'emploi d'un mélange de SO_2 pur et d'air contenant environ 25% de SO_2. D'un autre coté on croyait universellement qu'il était nécessaire d'employer une source de chaleur extérieure pour traiter les gaz plus faibles des fours à griller. Depuis les appareils pour ces usines sont fournis avec des dispositifs spéciaux de chauffage de façon à garder les tuyaux à une chaleur rouge: les tubes sont disposés verticalement comme une chaudière droite. De petits tubes verticaux sont supérieurs aux tubes larges horizontaux, employés d'abord: ils économisent de l'amiante platinée et assurent un meilleur contact des gaz avec la masse. Le remplissage parfait des tubes avec de l'amiante est important: il doit se faire de façon qu'aucune partie de gaz sorte du tube sans être venue en contact avec la masse, et cette masse ne doit présenter aucune résistance au passage du gaz. Vue la nature de l'asbeste cette dernière difficulté peut facilement se présenter, mais on peut y obvier en disposant l'asbestos en couches successives, séparées par des diaphragmes perforés glissant sur une tige centrale, maintenue à des distances égales. De cette manière tous les tubes peuvent être remplis d'une façon identique et uniforme.

Dès que l'appareil était mis en marche de la manière ordinaire, jusqu'à une chaleur rouge, on a fait la découverte que non seulement le rendement en acide était augmenté, mais que la force du courant de gaz était encore accru si les tubes au lieu d'être chauffés artificiellement, étaient au contraire refroidis par l'entrée d'air froid. Cette découverte en contradiction avec ce qui a été reconnu en pratique comme juste, donnait un mode de travail rationnel: c'est à dire l'appareil doit être refroidi systématiquement pour obtenir le maximum de rendement et de production. Maintenant les tubes sont refroidis par les gaz froids nettoyés, qui s'échauffent ainsi à la température convenable pour la réaction. De cette façon on a obtenu les avantages suivants.

1. Le surchauffage de l'appareil est empêché, on obtient un produit de 96%-98% du produit théorique.

2. Les parties en fer de l'appareil sont protégées par cette manière de travail plus froid, et elles dureront donc plus longtemps.

3. La masse de contact ne se surchauffe pas et son rendement reste inaltéré.

4. Le rendement absolu de la masse de contact et de tout l'appareil est accru beaucoup parce que la vitesse du courant de gaz peut augmenter, et la masse de contact peut être maintenue à la température la meilleure.

Un autre découverte importante est que la réaction se fait à la pression atmosphérique: jadis on croyait qu'il fallait absolument comprimer les gaz pour vaincre la résistance des gas indifférents qui s'y trouvaient. En effet si les autres conditions sont remplies, la réaction se fait toujours quantitativement à la pression atmosphérique. Ceci est très important car pour que cette méthode puisse lutter avec le procédé en chambre, toutes les dépenses inutiles doivent être écartées.

IV. *Absorption de l'anhydride produit.*—L'affinité de l'anhydride sulfurique pour l'eau est plus grande que pour l'acide sulfurique concentré comme le montre la quantité de chaleur dégagée pendant l'absorption: il faut donc admettre que le moyen d'absorption le plus facile et le plus complèt de l'anhydride sulfurique du procédé par contact est l'eau. On a trouvé tout de même que le vitriol de consistance huileuse, contenant 97 99% d'acide sulfurique, est plus efficace que l'eau ou l'acide sulfurique de n'importe quelle concentration. Le pouvoir absorbant de l'acide à cette concentration est si grande qu'un simple vase d'absorption suffit pour enlever SO_3 d'un courant très rapide de gaz, pourvu que la concentration de l'acide est maintenue uniforme entre les limites indiquées ci-dessus par addition continuelle d'eau ou d'acide faible, et un écoulement proportionnel de l'acide fort ainsi produit.

L'acide sulfurique à ce degré particulier de concentration possède des qualités marquantes. Son point d'ébullition est un maximum, de façon que si on évapore un acide plus faible, il perd de l'eau ou de l'acide faible, jusqu'à ce que le résidu atteigne une concentration de 98 33 d'acide sulfurique à ce point il distille sans changement ultérieur à une température constante d'environ 330 degrés.

De même un acide plus fort dégage de l'anhydride jusqu'à ce qu'il atteigne cette concentration constante. De plus à ce degré particulier, la pression de la vapeur est à son minimum, le poids spécifique est à son maximum, la résistance électrique augmente subitement, tandis que l'action sur le fer décroit considérablement.

Dans la préparation de l'acide sulfurique fumant un ou plusieurs compartiments d'absorption doivent précéder l'appareil ordinaire. Pour ceci la fonte qui peut servir pour les autres vases, devient impropre, parceque, ne s'attaquant que lentement elle devient fragile et le vase peut même faire explosion. Ceci semble dû à l'acide fumant se diffusant dans le fer et se décomposant en SO_2 et H_2S produisant ainsi une sorte de fatigue interne. Le fer forgé est attaqué par l'acide fumant contenant moins de 27% de SO_3: mais si la teneur en anhydride dépasse ce chiffre, l'acide a pratiquement pas d'action sur le fer forgé et des récipients de cette matière peuvent servir pendant des années sans corrosion sensibles.

V. *Théorie du procédé par contact.*—Les résultats de beaucoup d'expériences montrent l'influence des variations de température sur la réaction, la composition des gaz, l'importance du courant (ou la proportion de masse de contact sur laquelle passe le gaz) sont donnés sous forme de courbes et discutés avec les résultats suivants.

1. La transformation complète de SO_2 en SO_3 ne se fait seulement si à la fin il y a 2 fois autant d'oxygène présent que l'exige la formule de réaction . Dans le gaz produit du grillage des pyrites et qui contient environ 7% en volume de SO_2, 19% en volume d'O et 83% en volume d'azot l'azote est absolument sans influence sur la réaction, excepté qu'il dilue le gaz et diminue le rendement.

2. La fin de la réaction dépend de la température et non de la nature

de la substance de contact. La réaction commence à environ 200°. Si la température augmente le degré de transformation augmente jusqu'à ce que, vers 400° une transformation complète (98 à 99%) de SO_3 ait lieu. Une augmentation ultérieure de température est nuisible, le dégré de transformation descendant de façon qu'à environ 700° seulement 60% peuvent être transformés et à 900° la réaction cesse entièrement.

3. La nature de la substance de contact n'a pas d'influence sur la fin de la réaction, mais pour des résultats pratiques, on doit se servir d'une substance qui a un fort rendement à la température pour agir avec le plus grand rendement, sont certainement non convenables, puisque comme on l'a vu plus haut, le dégré de transformation tombe si la température augmente. Jusqu'à présent seulement une substance a rempli toutes les conditions nécessaires, c'est le platine. Aucun autre métal du groupe du platine n'approche son rendement.

Ce rapport finit avec une série de tables donnant les résultats des analyses faites en vue de déterminer les propriétés suivantes de l'acide sulfurique et de l'acide sulfurique fumant de différentes concentrations de 1 à 100% de SO_3.

1. Point de fusion. 2. Poids spécifique. 3. Chaleur spécifique. 4. Chaleur de la solution. 5. Résistance électrique. 6. Action sur le fer. 7. Point d'ébullition. 8. Pression de la vapeur. 9. Viscosité. 10. Capillarité. 11. Tableau donnant le pourcentage en SO_3 libre dans un acide sulfurique fumant si la teneur totale en SO_3 est connue.

Production de SO_3.—Le tableau suivant montre l'importance et l'accroissement de ce procédé dans les usines de la Badische Anilin & Soda Fabrik:

SO_3 produit en

1888	18.500	Tonnes
1894	39.000	"
1899	89.000	"
1900	116.000	"

Ce qui précède montre que ce procédé est sorti de l'état d'expérience et maintenant que les conditions générales pour opérer avec succès sont connues, il faut espérer que son emploi se répande rapidement. Les avantages sont nombreux: D'abord pas de dépenses de construction et d'entretien du système des chambres y compris les tours Gay-Lussac et Glover les chaudières et l'usine pour la fabricaation de l'acide nitrique. Deuxièmement pas de dépenses pour le nitre et l'acide sulfurique employé en même en temps; quoique le nitre puisse servir, c'est rarement un produit désirable. 3me, l'acide produit est pur et ne demande pas à être concentré pour la vente ou ses autres emplois. La concentration de l'acide des chambres à un plus haut degré demande des bassins en platine, qui perdent de leur poids, et ce platine dissout est complètement perdu. La perte en platine peut être diminuée par une grande purification de l'acide mais elle occasionne tout de même une grande dépense. 4me, l'acide par contact est libre d'arsénic, de plomb et de sels de fer. La différence fon-

damentale des réactions dans le procédé des chambres et dans la méthode par contact indique la possibilité de perfectionner radicalement les méthodes de grillage. 5me, Quoique l'acide à 50° tel qu'il vient des chambres soit bon pour différents usages—par exemple pour la production des superphosphates, certaines autorités croient qu'on peut l'avoir à meilleur marché en diluant l'acide fort par une proportion déterminée d'eau froide, et en introduisant cette eau dans les chambres sous forme de vapeur. D'autres fabriquants nient tout de même ceci, et il est probable que le procédé des chambres restera, quoique d'une façon plus restreinte.

D'un autre coté le nouveau procédé semble exiger un système de purification des gaz bien étudié et conduit avec soin; pour réussir il faut avoir des chimistes plus habiles que ceux qu'on employait ordinairement dans les fabriques d'acide. Ceci tout de même ne semble guère être considéré comme un obstacle dans un pays comme celui-ci où toutes les autres branches du génie civil ont atteint une telle hauteur, surtout parceque les usines ont demandé et fait un grand usage de l'habilité la mieux entrainée, et n'ont pas hésité à faire des installations dispendieuses là où elles manquaient de donner des résultats satisfaisants La Badische Anilin & Soda Fabrik en est un exemple instructif. Elle occupe 100 chimistes; quelques uns sont seulement engagés pour faire des recherches et dont les résultats, s'ils promettent, sont mis à exécution sur une plus grande échelle pour déterminer leur valeur pratique. Que cette manière de faire paie, dans un sens strict des affaires, se voit d'après les énormes dividendes payés par cette société et par le monopole pratique qu'elle a gardé dans certaines branches, simplement parcequ'elle dévançait un peu ses compétiteurs en connaissant exactement comment une chose donnée doit être faite, et ensuite en la protégeant par des brevets.

INDEX

A

Abbott and Harrison, usine à dynamite à Brockville 63
Acide sulfurique, applications de l'..... 152
Acide ulfurique, procédé en chambre pour la fabrication de l' 139
Acide sulfurique, procédé par contact pour la fabrication de l'... 193
Acide sulfurique, sociétés au Canada fabriquant de l' 179
Acide sulfurique, fabrication de l' 138
Acide Sulfurique, fabrication de l', à Brockville..... 62
Albert, Mine 59
Analyse des pyrites de la mine de Grathby 61
Analyse du matériel de la rivière Smoky..... 9
American Madoc Mining Co., opérations à la mine de Bannockburn..... 64, 65
American Madoc Mining Co., mine de Hungerford ouverte par la..... 66
Appendice I. Sociétés intéressées dans les pyrites canadiennes.. 179
Appendice II. Types de fours pour bruler le soufre..... 182
Appendice III. La pyrrhotine comme source de soufre..... 190
Appendice IV. Procédé de contact pour la fabrication du soufre 193
Argent, dans les pyrites de la rivière Ecstall..... 90
Argent dans la mine Eustis..... 57

B

Badische Anilin und Soda Fabrik, fabrication de l'acide sulfurique..... 143, 144, 145
Bannockburn, mine de pyrites de 64
Bear..... 84
Big River, dépot de la 85
Billings, mine de 63
Bornite..... 16
Borron, E. B. Dépot de la Big River..... 86
British American Development Co., Mine de Queensboro mise en opération par la..... 71
British Columbia Pyrites Co., propriété de pyrites de la sur la rivière Ecstall..... 89
British Columbia Pyrites Co., pyrites de la..... 90
Bruleur de soufre Kellner..... 185
" " Stebbins 186
" " Tromblee & Paull 185
" " Wise 189
Brockville Chemical Co..... 62
Burnside Thomas, prospectant la mine de Bannockburn..... 64
Burrows, A. G. Essai de pyrites par..... 64
Burrows, A. G., dépot de pyrites reconnu par sur la rivière Mattagami..... 85

C

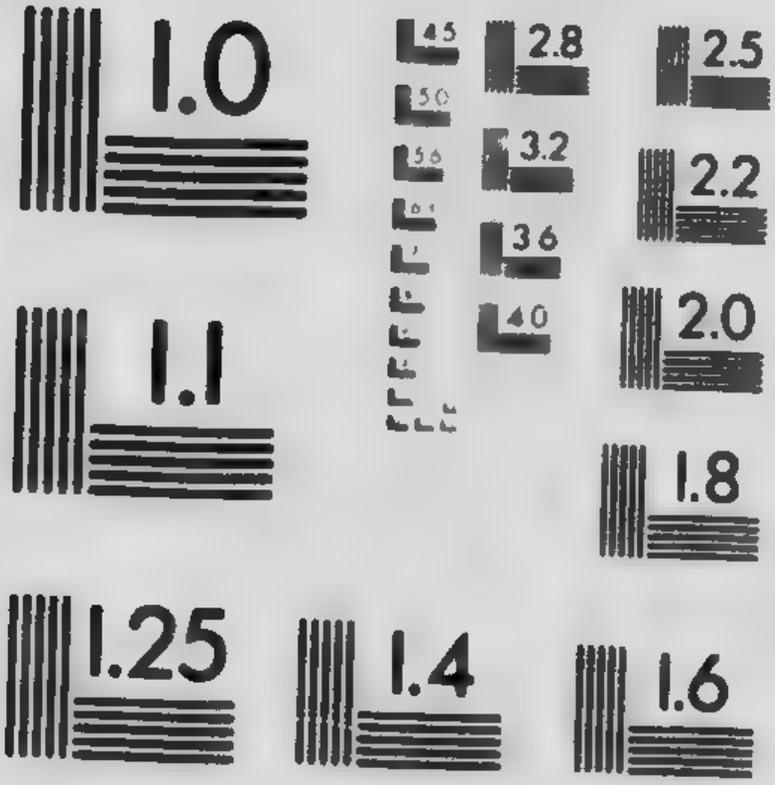
Campo Seco, Californie, récupération du soufre du bioxide de soufre..... 19
Canada, mine..... 69
Canadian Sulphur Ore Co..... 72
Capel, mine de..... 58
Capelton, mines de pyrites de ... 57, 59
Catalyse..... 142
Chalcopyrite..... 15
" à la mine d'Eustis.. 57
" à Moulton Hill .. 60
Chapeau de fer recouvrant les pyrites..... 25, 26, 63, 64, 69, 71, 78
Cillis, mine de pyrite de. Voir mine de Howard
Cendres, utilisation des..... 137
Clark, mine de 62
Clark, prospect de..... 85
Coe, Wm., prospectant sur la mine de Bannockburn 64
Cole, diagramme du moulin de la mine de. St. Lawrence Co. N. Y..... 37
Conmee dp., dépot de pyrites à.. 76
Contact, procédé de..... 71
Contact, procédé de. Pour la fabrication de l'acide sulfurique 142, 193
Cuivre, associé aux pyrites dans la British Colombia..... 89
Cuivre, aux mines de Capelton... 59
" pyrites de. De la rivière Ecstall 90
" de la mine Eustis..... 57
" de la mine King..... 61
" des mines du Japon..... 96
" de la propriété de l'anse Hidden..... 90
" prospect pour..... 85
" de la mine Tip Top..... 77
Coulombre, mine de pyrites près du lac..... 57
Cowan, John, recherchant de la pyrite..... 62
Craig & Hamilton prospect 86
Crown, mine de pyrites de. Voir Eustis

D

Davis, prospect de..... 72
Dawson, G. M., phénomène sur la rivière Smoky..... 9
Diagramme de la Cole mine, St. Lawrence Co., N.Y..... 37
Diagramme de la Eustis Mining Co..... 36

MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

(ANSI and ISO TEST CHART No 2)



APPLIED IMAGE Inc
1653 East Main Street
Rochester New York 14609 USA
(716) 482 0300 Phone
(716) 288 5989 Fax

Diagramme de la St. Lawrence Pyrites Co. 37
Diagramme de la Sulphur Mines & Railroad Co., Sulphur Mines Va. 38
Driver John, dépot sur la rivière Big 86
D' ktown Sulphur, Copper & tron Co., résidu de SO2 utilisé à la 18

E

East Canada Smelting Co., opérant sur mine McDonald 59
Ecstall, dépot de pyrites sur la rivière 90, 91
Eldorado, mine de cuivre d' 88
Espagne, pyrites en 92
Essai des pyrites de la mine McIlwraith 64
Eustis Mining Co., diagramme du moulin de la 39
Eustis Miniag Co., propriétaire de la mine Eustis 57
Eustis, mine de pyrite à 56, 57
Eustis, minerai de la. Employé pour la première fois pour la fabrication de l'acide sulfurique en Amérique 58
Evans, Klepetko, four d' 121

F

Falding, F. J., description des fours de grillage 106

Falding, F. J., coût relatif des pyrites et du soufre dans la fabrication de la pulpe au sulfite 164
Fanning, prospect de 81
Farbwerke vorm Meister Lucius und Bruenig, patentes pour la fabrication de l'acide sulfurique 144
Farrell, prospect de 72
Finlayson, description des dépôts de pyrites d'espagne .....
Foley, prospect de 74
Fraleck, E. L., dépôt de pyrites sur la rivière Mattagami, découvert par 85
Fraleck, E. L., rapport sur les pyrites dans l'Ontario 55
Fours, types de. de grillage 100, 182

G

Garthby, prospect de 60
General Chemical Co., minerai expédié de Bannockburn à la 66
General Chemical Co., procédé par contact pour la fabrication de l'acide sulfurique à la 143, 144
Goudreau, dépôt du lac 82
Graham, S. N., surintendant de la Canadian Sulphur Ore Co. 72
Granby Cons. Mining & Smelting Co., propriété de pyrites à Hidden creek 90
Griffin, C., usines à dynamite à Brockville 63
Gunter, prospect de 73

H

Hager, Lee., dépôt de soufre de la Louisiane décrits par 9
Hall, Wm., travaux faits sur la mine de McIlwraith 64
Hamilton Iron & Steel Co. 64
Hanna, L., directeur de la mine de pyrites de Northland 75
Harris, mine de. Voir mine de pyrites de Northland
Harris, dépôt de soufre de la mine. Décrit par Prof. G. D., de la Louisiane 9
Harstings prospects de pyrites dans le district de. Ontario 64
Heinze-Freeland, four à griller 118
Helen dépôts de pyrite de la mine de fer de 75
Hématite associée aux pyrites 88
" de la mine de fer Helen 75
" chapeau d'. Dans les minerais de pyrites 26, 73
Hématite prospect de McKenty 73
" liste des propriétés de l'est de l'Ontario 88
Hématite du lac Steep-Rock 77
Henderson, procédé pour extraction du cuivre 59
Hepburn mine d' 62
Herkules, four à grille 109
Herreshoff, patente d'. Pour la fabrication de l'acide sulfurique 143, 144
Herreshoff, four à griller 109
Hidden creek, propriété de pyrite à 90
Hinckley Fibre Co., usine pour préparation du bioxyde de soufre 175
Hoffmann, analyse du matériel de la rivière Smoky 8
Howard, mine de pyrites d' 57, 59
Hungerford, fahlbande d' 66
" mine d' 66
" W. A. prospectant à la mine Canada 69
Hungerford, extension occidentale 69

I

Introduction 1

J

James, mine du lac: voir mine de Northland.
Jamesonite, trouvé sur la mine de Queensboro 71
Japon, mine au pyrites 96
Jones, four à griller cylindrique 130

K

Kauffmann, four à griller 107
Kellner, four à poele pour soufre 183
King, mine de pyrites de 57, 61
Knietsch patente de. Pour la fabrication de l'acide sulfurique 143, 144, 145

L

Ladore prospect de 74
Lake Superior Corporation, exploration des dé pots du lac Goudreau 85
Lake Superior Paper Co., fabrication du bioxyde de soufre 178
Limonite 27, 79, 83, 84
" expédiée de Bannockburn 65
Limonite du lac Steep Rock 77
Little Salmon, prospect du lac ... 73
Longwell, A., président de la Canadian Sulphur Ore Co 72
Lunge, Dr. G., applications de l'acide sulphurique 152
Lunge, Dr. G., procédé catalititique pour fabriquer de l'acide sulphurique 143, 144
Lunge, Dr. G., description des fours à griller 106
Lunge, Dr. G., description de minage de soufre 9
Lunge, Dr. G., emplois du bioxyde de soufre 136

M

McConnell, R. G., sources minérales donnant du soufre 8
McDonald, mine de pyrites 55, 57
McIlwraith, mine de 64
McKenty, prospect de 73
MacDougall, four du type 106
Malétra, four du type 104
Mannheim, procédé de fabrication de l'acide sulfurique de 144, 145
Marcasite 12
Mattagami, dépôts de pyrites sur la rivière 85
Matthew, Dr., rapport du. Sur les pyrites des provinces maritimes 56
Merton, four a griller 124
Michic, mine de pyrites. Voir Vermilion
Miller, S. F. roches pyriteuses du district Nipissing 85
Mineral Point Zinc Co 143
Mineral Point Zinc Co, procédé Schroeder-Grillo à la 150
Morley, prospect de 81
Moulton Hill, Que., pyrites minées à 57, 60

N

Nichols Chemical Co., usines à acide à la gare de sulfite 68
Nichols Chemical Co., mine de Hungerford exploitée par la ... 66
Nichols Chemical Co., travaux sur la mine McIlwraith 64
Nichols Chemical Co., exploitant les mines de Capelton 57
Nickel, pyrites de fer trouvées au lac 78
Norite, pyrrhotite nickelifère associée à de la 14
Northern pyrites Co., travaillant la mine de Vermilion 79, 81
Northland, mine de pyrites de ... 75
Norton, A. O., propriétaire de la mine King 61
Norvège, pyrites en 96
New Jersey Zinc Co 144

O

O'Brien, four à griller 126
Ontario Sulphur Mines Ltd 69
Or associé aux pyrites de la British Colombia 89
Or associé aux pyrites des mines de Capelton 59
Or associé aux pyrites de la rivière Ecstall 90
Or associé aux pyrites de la mine Eustis 57
Or associé aux pyrites de la rivière Mattagami 85
Or associé aux pyrites de la mine Tip-Top 77
Otises, prospect d' 82

P

Painter, Robert K., ingénieur de la mine Vermilion 81
Papier, fabrication du. En relation avec les pyrites 154
Pyrites, dépôts de, dans l'Ontario au point de vue géologique 88
Pyrites et fabrication du papier .. 154
Pyrites, bruleurs de, sociétés qui travaillent aux Etats Unis avec des 180
Pyrites, marché pour les, du Canada 37
Pyrites, prix des, du Canada 37
Pyrites, composition etc., des 10
Pyrites, contrats pour minerai de 35
Pyrites, dépôts de, au nord du lac Supérieur 85
Pyrites, sociétés canadiennes intéressées dans les 179
Pyrites, premiers gisements dans Québec, considérés comme prospect d'or 56
Pyrites, premiers gisementsde, travaillés pour le cuivre 56
Pyrites, gisements étrangers de .. 91
Pyrites, de la British Colombia ordinairement associés avec de l'or et du cuivre 89
Pyrites, au Canada 1
Pyrites, au Japon 96
Pyrites dans les provinces maritimes 55
Pyrites en Norvège 96
Pyrites dans l'Ontario 55, 62
Pyrites, exigences du marché et prix des 31
Pyrites, exploitations et marché des 23
Pyrites, gisements de, au Canada 55

Pyrites, préparation des, pour le marché 36
Pyrites, grillage des 99
Pyrites, gisements de, d'Espagne les plus grandes du monde 92
Pyrites, statistiques de la production des 42
Pyrites, comme remplaçant du soufre dans la fabrication de la pâte au sulfite 160
Pyrites, marché des, des Etats Unis 91
Pyrites, valeur des, dépendent de la teneur en soufre 32
Pyrrhotine 13, 67, 81
" comme source de soufre 190
" dans Ontario 91
" dans le prospect de Foy 74
Pyrrhotine, dans le prospect de de Otisse 82
Pyrrhotine, des prospects de la rivière Rainy 78

Q

Queensboro, fahlbande de 70
" mine de 70

R

Robe, patentes pour la fabrication de l'acide sulfurique 144
Rib, mine du lac, voir pyrites de la mine Northland
Robertson, J. B. L., exploitant pour pyrites 62

S

St. Lawrence Pyrites Co., diagramme 40
Schaffner, Dr. Max, perfectionnement du four Malétra par 106
Schroeder & Grillo, patentes pour la fabrication de l'acide sulfurique 143, 150
Selwyn, A.R.C., gisement de soufre sur la rivière Smoky 8
Seymour Power and Electric Co. 68, 70
Sherbrooke, mine de 62
Shipman, prospect de 63
Sjoestedt, coût relatif des pyrites et du soufre dans la fabrication de la pâte au sulfite 163
Sjoestedt, four à griller 127
Sjoestedt, récupération du soufre des pyrrhotites 190
Sloan, prospect de 63
Smallman, John, trésorier de la mine de pyrites Northland 75
Smith and Nelson, usines à dynamite à Brockville 63
Smoky, phénomènes à la rivière Alba 8
Smythe, H. V., surintendant de la mine Vermilion
Snooks, prospect de 81
Stalker, prospect de 92
Stebbins, four rotatif à brûler le soufre 74
Steep Rock, dépôts du lac 186
Straw Hat, dépôt au lac 73
Sulfite, procédé au, pour la fabrication de la pâte de bois 156
Soufre et ses composés 6, 10
" production artificielle du 17
" gisements de, au Canada 8
" teneur en, des pyrites de la rivière Ecstall 90
Soufre, application du bioxyde de 136
" bioxyde de, soufre, liquide 137
" " " gazeaux, coût de la production du 166
Soufre pour le marché canadien 9
" gisements étrangers de 7
" produit important pour la fabrication du papier 155
Sulphur Mines & Railroad Co., diagramme de la 38
Soufre, statistiques de 37
" natif 1
" nature et emplois du 1, 6
" obtenu des pyrites 1
" pourcentage dans les pyrrhotines de Sudbury 91
" employé en Colombie britannique totalement importé 89

T

Tenessee Copper Co., résidu d'acide sulfureux transformé en acide sulfurique 18
Tentelewsche Chemische Fabrik, patentes pour la fabrication de l'acide sulfurique 144
Thiogen, procédé, pour récupérer le soufre 19
Tip-Top, mine de cuivre 76
Tour Gay-Lussac pour la fabrication de l'acide sulfurique
Tour Glover dans la fabrication de l'acide sulfurique 140, 141
Tromblee et Paull brûleur rotatif pour soufre 185

U

Usine d'engrais à Brockville 63

V

Vermilion, mine de pyrites de 79
Victoria, prospect de 61
Volney, C. W., travaux à Brockville 63

W

Wedge, four à griller mécanique 114
Wellington & Henderson prospect de Ladore prospecté par 74
Wellington & Stephen, travaux de sur la mine de Bannockburn 64
West Virginia Pulp & Paper Co., installation pour brûler les pyrites 173
Willmott, A. H., Secr. et Trés. de la Canadian Sulphur Ore Co. 72
Wise, brûleur pour soufre avec agitateur 189
Wyling, W. H. travaux sur la mine de McIlwraith 64

73

56
10
17
8

90
36
37

66
9
7

55

38
37
1
1, 6
1

91

89

18

144

19
76

141

185

63

79
61

63

114

74

64

173

72

189

64